

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA**

**-CEMA-**

**Identificación, abundancia y temporalidad**  
**estacional y espacial de *Pyrrophytas* y su relación con las**  
**variables ambientales presentes en Puerto Quetzal, San José, Escuintla.**

**TESIS**

**PRESENTADA AL CONSEJO REGIONAL DEL CENTRO DE ESTUDIOS**  
**DEL MAR Y ACUICULTURA**

**POR**

**Karla Evelyn Paz Córdón de Portillo**

**AL CONFERIRLE EL TITULO DE**

**Licenciada en Acuicultura**

**Guatemala, Octubre 1997.**

**PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**Biblioteca Central**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA

CONSEJO REGIONAL

PRESIDENTE:	M.V. Fraterno Díaz Monge
SECRETARIO:	M.Sc. Erick Villagrán
COORDINADOR ACADEMICO:	Lic. Mauricio Mejía Escalante
REPRESENTANTE DOCENTE:	M.Sc. Leonel Carrillo Ovalle
REPRESENTANTE DOCENTE:	Ing. Pedro Julio García
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL:	T.U.A. Carlos Rodolfo Liuti
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL:	T.U.A. Gustavo Menéndez
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL:	Br. Miriam Delgado
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL:	T.U.A. Farah Méndez
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL:	T.U.A. Guido Ponce



Ref. CEMA 260/97.rader

17 de Octubre de 1997

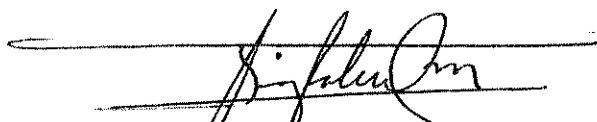
T.U.A.  
Karla Evelyn Paz de Portillo  
Presente

T.U.A. Paz de Portillo:

En cumplimiento al Reglamento para Elaboración de Tesis Ad gradum del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA- y de los dictámenes favorables que anteceden, esta Dirección autoriza la impresión de la Tesis: **Identificación, abundancia y temporalidad estacional y espacial de Pyrrophytas y su relación con las variables ambientales presentes en Puerto Quezjal, San José, Escuintla**, previo a conferirsele el Título de Licenciada en Acuicultura una vez haya sustentado el exámen respectivo. IMPRIMASE

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
M. V. Braterno Díaz Monge  
DIRECTOR



copia: Consejo Regional CEMA  
Comisión de Tesis  
Coordinación Académica



**CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA**

Ciudad Universitaria, zona 12.  
Guatemala, Centroamérica  
Teléfono: 4769578 Fax: 4762206

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

**Asesores:**

Ph.D. Margaret Dix

M.Sc. Leonel Carrillo Ovalle

**Revisores:**

M.Sc. Erick Villagran

Ing. Carlos Gordillo

licda. Olga Sánchez Cardona

**DEDICATORIA**

*A DIOS*

*A MI ESPOSO*

*A MIS PADRES*

## AGRADECIMIENTO

Universidad de San Carlos de Guatemala

Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-

Departamento de Biología, Universidad del Valle de Guatemala

Base Naval del Pacífico -BANAPAC-

Empresa Portuaria Quetzal, Departamento de Observaciones Marítimas -OBIMAR-

Asdrúbal Estuardo Portillo Jiménez

Ph.D. Margaret Dix

M.Sc. Leonel Carrillo

M.Sc. Erick Villagran

Dr. Otto Manuel España

T.U.A. Patricia España

Lic. Antonio Salaverria

Ing. Ricardo Reyes Recinos

M.V. Fraternal Díaz

M.V. Salomon Medina

Licda. María Eugenia Canahui

Y a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron con su conocimiento, tiempo y esfuerzo en el desarrollo de ésta investigación.

## RESUMEN

La división *Pyrrophyta* está compuesta por organismos conocidos como dinoflagelados, los cuales están asociados con el florecimiento denominado Marea Roja, que ocasiona problemas de intoxicación por consumo de moluscos bivalvos. El presente trabajo se realizó en Puerto Quetzal, San José Escuintla, durante 13 meses de muestreo (marzo '96 a marzo '97), siendo el principal objetivo el generar información que apoye la toma de decisiones en relación a la prevención de intoxicaciones por dinoflagelados en la costa del pacífico de Guatemala.

Se identificaron las principales especies de *Pyrrophyta* presentes en Puerto Quetzal, las cuales variaron de acuerdo a los parámetros físico-químicos pero aún más importantes fueron los cambios ambientales presentes en ésta área. Se evaluó la abundancia relativa de diversas especies entre las cuales se encontraron *Dinophysis caudata*, *Gonyaulax vertor*, *Pyrodinium bahamense var. compressum*, que han sido identificados en varios países como causantes de marea roja tóxica, incluyendo Guatemala con 26 casos mortales de intoxicación parálitica por consumo de mariscos en 1987 en Champerico, Retalhuleu.

En el presente estudio no se encontró la presencia de marea roja ya que los organismos muestreados no alcanzaron las densidades mayores a 5,000 células por litro el cual es un indicador de la presencia de éste fenómeno.

## CONTENIDO

Introducción .....	1
Hipótesis .....	4
Objetivos .....	5
Antecedentes	
1.    Pyrrophyceae .....	6
2.    Citología	
2.1    Pigmentos .....	8
2.2    Estructura citológica.....	8
2.3    Movilidad .....	10
2.4    Estructura de la pared celular .....	10
2.5    Reserva alimenticia .....	10
3.    Morfología y reproducción .....	11
4.    Ecología	
4.1    Productividad primaria .....	11
4.2    Estudio de la comunidad acuática .....	12
4.3    Diversidad .....	13
5.    Taxonomía .....	13
5.1    Criterios taxonómicos usados para la identificación y clasificación	14
5.2    Tipos básicos de dinoflagelados presentes en florecimientos	
nocivos .....	15
5.2.1 <i>Gymnodintales y Noctilucales</i> .....	15
5.2.2 <i>Peridintales</i> .....	17
5.2.2.1 Familia <i>Protoperidintidae</i> .....	18
5.2.2.2 Familia <i>Podolampidae</i> .....	19
5.2.3 <i>Gonyaulacoides</i> .....	19
5.2.4 <i>Dinophysoidales</i> .....	21
5.2.5 <i>Prorocentrales</i> .....	22



6.	Monitoreo ambiental .....	24
6.1	Factores físicos .....	24
6.2	Factores químicos .....	25
6.3	Nutrientes mayores .....	25
6.4	Oxígeno .....	25
6.5	Organismos .....	26
	Materiales y Métodos .....	27
	Resultados y Discusión .....	29
	Conclusiones .....	73
	Recomendaciones .....	74
	Bibliografía .....	75
	Anexo 1	
	Láminas de Pyrrophytas .....	78
	Anexo 2	
	Puntos de muestreo de Pyrrophytas en Puerto Quetzal .....	92
	Anexo 3	
	Características morfológicas utilizadas en la identificación de dinoflagelados ....	94
	Anexo 4	
	Diagrama del ciclo de vida del dinoflagelado <i>Alexandrium tamarense</i> .....	96
	Anexo 5	
	Cuadros de identificación de Pyrrophytas de marzo '96 a marzo '97 .....	98
	Anexo 6	
	Tablas del control de parámetros físico-químicos de marzo '96 a marzo '97 .....	112
	Anexo 7	
	Pyrodinium bahamense var. compressum fotografía de Washington Seafood Laboratory (Champerico 1987). .....	126

## INDICE DE ESPECIES

Lámina 1.....	79
<i>Gymnodinium catenatum</i>	
<i>Gymnodinium sp.</i>	
<i>Noctiluca scintillans</i>	
Lámina 2.....	80
<i>Gyrodinium falcatum</i>	
<i>G. dominans</i>	
<i>G. catenatum</i>	
<i>G. breve</i>	
<i>G. mikimotoi</i>	
<i>G. sanguineum</i>	
<i>G. fungiforme</i>	
<i>G. abbreviatum</i>	
<i>G. aureum</i>	
<i>G. striatissimum</i>	
Lámina 3.....	81
<i>Prorocentrum micans</i>	
<i>P. gracile</i>	
<i>P. compressum</i>	
<i>P. balticum</i>	
<i>P. minimum</i>	
<i>P. rostratum</i>	
<i>P. triestinum</i>	
<i>P. sigmoides</i>	
<i>P. dentatum</i>	
Lámina 4.....	82
<i>Dinophysis truncata</i>	
<i>D. tripos</i>	
<i>D. caudata</i>	
<i>D. rotundata</i>	
Lámina 5.....	83
<i>Dinophysis fortii</i>	
<i>D. hastata</i>	
<i>D. lenticula</i>	

Lámina 6 .....	84
<i>Protoperidinium diabolus</i>	
<i>P. marukawai</i>	
<i>P. guarnerense</i>	
<i>P. pellucidum</i>	
<i>P. mite</i>	
<i>P. myriforme</i>	
<i>P. steinit</i>	
<i>P. latispinum</i>	
<i>P. minutum</i>	
Lámina 7 .....	85
<i>Protoperidinium sphaeroides</i>	
<i>P. majus</i>	
<i>P. thulesense</i>	
<i>P. monovelum</i>	
<i>P. punctulatum</i>	
<i>P. abei</i>	
<i>P. avellana</i>	
<i>P. ventricum</i>	
<i>P. excentricum</i>	
Lámina 8 .....	86
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	
<i>P. latissimum</i>	
<i>P. crassipes</i>	
<i>P. subinermis</i>	
<i>P. obtusum</i>	
<i>P. conicum</i>	
<i>P. oceanicum</i>	
<i>P. saltans</i>	
<i>P. oblongum</i>	
Lámina 9 .....	87
<i>Protoperidinium claudicans</i>	
<i>P. leonis</i>	
<i>P. conicoides</i>	
<i>P. divaricatum</i>	
<i>P. elegans</i>	
<i>P. divergens</i>	
<i>P. depressum</i>	

Lámina 10 .....	88
<i>Peridinium quinquecorde</i> <i>Ensiculifera carinata</i> <i>Heterocapsa triquetra</i> <i>Heterocapsa niei</i> <i>Scrippsiella cristallina</i> <i>S. spinifera</i> <i>S. precaria</i> <i>S. rotunda</i> <i>Gotoius abei</i>	
Lámina 11 .....	89
<i>Oblea rotunda</i> <i>Peridiniopsis asymmetrica</i> <i>Diplopsalis lenticula</i> <i>Diplopsalopsis orbicularis</i> <i>Zygabikodinium lenticulatum</i>	
Lámina 12 .....	90
<i>Ceratum gravidum</i> <i>C. belone</i> <i>C. furca</i> <i>C. candelabrum</i> <i>C. falcatum</i> <i>C. biceps</i> <i>C. fusus</i> <i>C. setaceum</i> <i>C. teres</i> <i>C. gibberum</i> <i>C. bucephalus</i> <i>C. arietinum</i> <i>C. platycorne</i> <i>C. lunula</i> <i>C. pulchellum</i> <i>C. symmetricum</i> <i>C. limulus</i> <i>C. azoricum</i> <i>C. breve</i> <i>C. tripos</i>	
Lámina 13 .....	91
<i>Ceratum declinatum</i> <i>C. vultur</i> <i>C. trichoceros</i> <i>C. massiliense</i> <i>C. macroceros</i> <i>C. deflexum</i> <i>C. arcticum</i>	

## INDICE DE CUADROS

Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra, Puerto Quetzal, Marzo '96.....	99
Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra, Puerto Quetzal, Abril '96.....	100
Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra, Puerto Quetzal, Mayo '96.....	101
Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra, Puerto Quetzal, Junio '96.....	102
Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra, Puerto Quetzal, Julio '96.....	103
Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra, Puerto Quetzal, Agosto '96.....	104
Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra, Puerto Quetzal, Septiembre '96.....	105
Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra, Puerto Quetzal, Octubre '96.....	106
Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra, Puerto Quetzal, Noviembre '96.....	107
Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra, Puerto Quetzal, Diciembre '96.....	108
Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra, Puerto Quetzal, Enero '97.....	109
Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra, Puerto Quetzal, Febrero '97.....	110
Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra, Puerto Quetzal, Marzo '97.....	111

## INDICE DE TABLAS

Control de parámetros fisico-químicos, Puerto Quetzal, Marzo '96 .....	113
Control de parámetros fisico-químicos, Puerto Quetzal, Abril '96 .....	114
Control de parámetros fisico-químicos, Puerto Quetzal, Mayo '96 .....	115
Control de parámetros fisico-químicos, Puerto Quetzal, Junio '96 .....	116
Control de parámetros fisico-químicos, Puerto Quetzal, Julio '96 .....	117
Control de parámetros fisico-químicos, Puerto Quetzal, Agosto '96 .....	118
Control de parámetros fisico-químicos, Puerto Quetzal, Septiembre '96 .....	119
Control de parámetros fisico-químicos, Puerto Quetzal, Octubre '96 .....	120
Control de parámetros fisico-químicos, Puerto Quetzal, Noviembre '96 .....	121
Control de parámetros fisico-químicos, Puerto Quetzal, Diciembre '96 .....	122
Control de parámetros fisico-químicos, Puerto Quetzal, Enero '97 .....	123
Control de parámetros fisico-químicos, Puerto Quetzal, Febrero '97 .....	124
Control de parámetros fisico-químicos, Puerto Quetzal, Marzo '97 .....	125

## INTRODUCCION

La división Pyrrophyta está compuesta por los organismos conocidos como dinoflagelados, los cuales difieren morfológica y citológicamente de las otras divisiones del fitoplancton. Ecológicamente, éstos organismos son muy importantes no solo por ser productores primarios, sino por ser los responsables del florecimiento marino, conocido como "marea roja". Algunas de éstas algas, en florecimiento con pigmento rojo crecen abundantemente y pueden cambiar el color del agua de mar a roja, café o hasta verde. El nombre puede ser incorrecto ya que muchos eventos tóxicos son llamados mareas rojas aún cuando el agua no presenta ninguna coloración. Este florecimiento puede ser o no tóxico, esto depende de las especies presentes y a diversas condiciones ambientales que se dan en el lugar, tales como: temperatura, cantidad de nutrientes y otros.

Actualmente existe información limitada de éste fenómeno y la necesidad de apoyo para la identificación de dinoflagelados, especialmente de aquellos tóxicos que causan problemas en Salud Pública, ha motivado el interés científico al realizar estudios que apoyen directamente en la identificación de éstos organismos y a conocer su comportamiento.

Debido a que muchas de éstas especies son cosmopolitas, viviendo en un rango longitudinal entre el norte y el sur del hemisferio, la información adquirida en una área, por medio de estudios científicos, puede ser aplicable a otra.

En base a la información existente, se ha creado una serie de reglamentos en más de 25 países que han presentado problemas con fitoplancton tóxico y específicamente dinoflagelados. Estos reglamentos consisten en la vigilancia ambiental y monitoreo analítico de dinoflagelados tóxicos y productos marinos que puedan estar contaminados, a consecuencia de éstos organismos, principalmente involucrados a toxinas asociadas con: PSP, Envenenamiento paralítico por mariscos (Paralytic Shellfish Poisoning), NSP, Envenenamiento neurotóxico por mariscos (Neurotoxic Shellfish Poisoning), NAP, Envenenamiento amnésico por mariscos, (Amnesic Shellfish Poisoning) y DSP, Envenenamiento diarréico por mariscos (Diarrhetic Shellfish Poisoning), y más enfermedades asociadas por contaminación en la ingestión.

Varias instituciones internacionales, están evaluando el riesgo de las ficotoxinas marinas y solicitan a los países participantes suministrar una base de datos en común para evaluar el riesgo en sus aguas marinas.

En Guatemala no se han reportado florecimientos de dinoflagelados antes de 1985 cuando en Puerto Quetzal, se observó coloración característica del agua y muerte de peces, pero no se reportaron muertes humanas. Los organismos causantes de éste florecimiento no fueron identificados, (Rosales-Loessener, et al., 1987). En julio de 1987 se reportó florecimiento de dinoflagelados en la costa del Pacífico de Guatemala, donde fueron reportados 187 casos de intoxicación, 26 de los cuales fueron fatales, (Rosales-Loessener, et al., 1987). El organismo causante de las intoxicaciones fué identificado como *Pyrodinium bahamense var. compressum*, ésta especie pertenece a la clase *Dinophyceae*.

A partir del fatal florecimiento de dinoflagelados en 1987 se creó en Guatemala una comisión nacional sobre Marea roja, y por éste medio contribuir en una forma directa a evitar los problemas que ocasionan éstas, en las poblaciones ribereñas.

En septiembre de 1995, una comisión científica Japonesa visitó Guatemala, para realizar estudios sobre fitoplancton tóxico e impartir un curso sobre taxonomía de dinoflagelados presentes en Marea roja, que fué impartido en CEMA. El curso fué dirigido por el Dr. Fukuyo y entre muchos de los beneficios obtenidos en el curso, se logró un acuerdo entre CEMA y el Dr. Fukuyo, en el cual CEMA desarrollaría investigación en fitoplancton tóxico.

La justificación principal para la realización de la presente investigación es la identificación de las especies frecuentes de la división Pyrrophyta, y la evaluación de su abundancia relativa durante los meses de marzo de 1996 a marzo de 1997, así como el comportamiento en relación a los parámetros ambientales presentes en la zona.

Actualmente en Guatemala no se cuenta con información general, mucho menos sobre la abundancia o la dinámica de ocurrencia de éstos organismos a lo largo de todo el año. No se conoce, en que meses varía la población y cuales son las especies de mayor frecuencia.

Con la presente investigación se cumple el compromiso ante la comisión científica Japonesa por parte de CEMA y se inicia una nueva fase de desarrollo investigativo en ésta área, así mismo ésta tesis se enmarca dentro de las políticas de investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en las áreas social, técnica y científica.



## HIPOTESIS

El comportamiento poblacional de *Pyrrophytas* en Puerto Quetzal, está asociado con las variables ambientales presentes en el área de muestreo, la presencia de cada especie puede reducir la capacidad de desarrollo de otras especies de la misma familia, por lo cual la densidad de organismos considerados como formadores de marea roja tóxica está inversamente relacionado con la densidad de especies no tóxicas.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

Generar información que coadyuve a la toma de decisiones en la prevención de intoxicaciones relacionadas con florecimientos de *Pyrrophytas* en eventos denominados como "Marea roja".

### OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Identificar las principales especies tóxicas de la división *Pyrrophyta* en los puntos de muestreo fijados en Puerto Quetzal.
2. Evaluar abundancia, distribución espacial y temporal de *Pyrrophytas* por un período de trece meses de muestreo en Puerto Quetzal.
3. Evaluar el comportamiento cíclico estacional durante los 13 meses de muestreo en relación con los parámetros meteorológicos y de calidad de agua presentes en Puerto Quetzal, San José, Escuintla.

### 1. *PYRROPHYCEAE*

Los dinoflagelados como grupo se asemejan a organismos animales en varios aspectos: la mayoría de las especies que se han cultivado requieren una o más vitaminas para crecer; se conocen muchas formas heterótrofas, tanto de vida libre como parásitas; la actividad fagotrófica no es rara en las especies tanto heterótrofas como autótrofas. La mayoría de los dinoflagelados son unicelulares móviles comunes en el fitoplancton de aguas dulces, salobres y marinas. Las pocas formas cocoides y filamentosas conocidas se reproducen asexualmente liberando un dinoflagelado típico, célula móvil caracterizada por un flagelo altamente especializado que en general rodea a la célula en una ranura transversa superficial, además del segundo flagelo dirigido posteriormente (Marshall, 1987).

Los cromosomas del núcleo característicamente grande, permanecen condensados a lo largo del ciclo celular, dándole al núcleo en interfase un aspecto granular o en forma de cuentas. Las proteínas básicas están asociadas con el ADN del dinoflagelado, aunque faltan las proteínas histónicas características del ADN eucariótico. Durante la división nuclear, el núcleo es penetrado por canales limitados por membranas, que contienen microtúbulos que parecen actuar como andamiaje sobre el cual se mueven los cromosomas que están unidos a la membrana nuclear intacta. Por lo tanto, la división nuclear en los dinoflagelados es muy rara y está tomando importancia en lo que respecta a los conceptos que se tienen sobre la evolución de la mitosis en los eucariotes (Marshall, 1987).

Además de otras características que hacen de los dinoflagelados únicos y que aparentemente los separan de otros grupos de algas, ciertos dinoflagelados marinos destacan entre las algas en virtud de su capacidad de bioluminiscencia. Se desconoce la importancia ecológica de la producción de diminutos destellos de luz azul, pero la intensidad de la bioluminiscencia está controlada por un ritmo circadiano. *Gonyaulax polyedra* es un organismo apropiado para el estudio de los ritmos biológicos porque exhibe varios otros ritmos además de la bioluminiscencia.

Los dinoflagelados forman parte de varios tópicos de interés ecológicos como florecimientos de algas de la costa llamados mareas rojas y las asociaciones simbióticas con varios invertebrados marinos. Algunas especies marinas liberan potentes toxinas que se acumulan en los mariscos y que pueden causar parálisis por intoxicación en personas que han consumido mariscos contaminados (Marshall, 1987).

La división Pyrrhophyta incluye cerca de 130 géneros que representan a 1,200 especies. El grupo dominante es *Dinophyceae*, está compuesta de organismos eucarióticos de afinidades tanto animales como vegetales (Clinton, 1986).

La mayoría de las especies son organismos unicelulares móviles de vida libre, aunque algunas son formas parásitas cocoides, filamentosas o en forma de saco. Algunas especies son bioluminiscentes y otras tóxicas que forman parte de las mareas rojas, si bien algunas otras son simbioses intracelulares de invertebrados. Geológicamente, los representantes de esta clase datan desde el período silúrico, aproximadamente hace unos 440 millones de años. Hay más de 1,700 especies fósiles descritas, ocurriendo la mayor diversidad de especies en el período Cretácico (Clinton, 1986).

Las características más raras de los dinoflagelados, son su forma celular distinta y los dos flagelos de tamaño distinto de la clase *Dinophyceae*. De los dos flagelos, uno se encuentra enrollado en torno a la célula en una cisura en banda llamada cíngulo, mientras que el otro está por detrás de la célula. Los dinoflagelados son autótrofos, auxótrofos o heterótrofos. Debido a las características citológicas del grupo, Tomas y Cox (1973) y Gibbs (1978) han propuesto que los dinoflagelados y los euglenoides son en realidad protistas que han capturado simbiontes fotosintéticos. En el caso de los dinoflagelados el cloroplasto capturado, sería de un alga parda, que tuviera clorofila *a* y *c* y xantofilas especiales. A diferencia de las crisofitas, la fucoxantina no es un pigmento común en los dinoflagelados (Clinton, 1986).

### 2.1 PIGMENTOS:

Las clorofilas *a* y *c*, el  $\beta$ -caroteno y las xantofilas especiales (peridinina, dinoxantina y diadinoxantina) y ocasionalmente la fucoxantina producen el color de flama característico. Debido a ello, la primera parte del nombre de la división es *pyrrho*. La peridinina es la xantofila dominante. Debido a la pigmentación o emisión de luz por estos diminutos organismos, los florecimientos de dinoflagelados en el océano se han llamado "mareas rojas".

### 2.2 ESTRUCTURA CITOLOGICA:

La citología y mitosis nuclear de los dinoflagelados es una característica distintiva que ha sido el tema de muchos estudios ultraestructurales. Cuando se comparan con otras algas eucarióticas, las *Pyrrofitas* tienen tantas características nucleares únicas que el término mesocariote fue acuñado por Dodge (1965). Este término se utilizó para sugerir una posición intermedia entre la estructura celular procariótica y eucariótica, especialmente en términos de los núcleos. El núcleo es grande. Los cromosomas carecen de histonas o tienen sólo bajos niveles de las proteínas básicas cuando se comparan con otros cromosomas de eucariontes. Permanecen condensados durante todo el ciclo de vida y se observan fácilmente, aun al microscopio óptico (Clinton, 1986).

Unos cuantos dinoflagelados poseen un segundo núcleo eucariótico típico, además del núcleo característico del grupo. Los estudios ultraestructurales detallados han demostrado que el núcleo eucariótico forma parte de un endosimbionte limitado por membrana, localizado dentro del citoplasma del dinoflagelado. A parte del núcleo, el citoplasma del endosimbionte contiene cloroplastos, mitocondrias y ribosomas. La evidencia ultraestructural indica que dicho endosimbionte es un alga que contiene fucoxantina, explicando así la presencia de este pigmento y la falta de peridinina en algunos dinoflagelados. En dinoflagelados que contienen fucoxantina y que carecen de un núcleo eucariótico típico, el endosimbionte quizá se ha reducido hasta sólo el cloroplasto.

Este descubrimiento sugiere que algunos grupos de algas podrían haber obtenido sus cloroplastos a partir de otra alga eucariótica, más que haberlos desarrollado de procariontes simbióticos (Marshall, 1987).

Los tricocistos son comunes y constan de un núcleo de proteína cristalino rodeado por una membrana. Bouck y Sweeney (1967) encontraron que estas estructuras se forman en vesículas del Golgi y son transportadas al citoplasma externo. La función de los tricocistos no es totalmente conocida. Pueden funcionar en el balance, adhesión, osmoregulación, función sensorial o reducción de las velocidades de hundimiento de la célula. Los mucocistos se encuentran también en algunas especies y pueden formar parte de la cubierta externa mucopolisacárida (Clinton, 1986).

El cloroplasto es discoide o lobulado y posee una triple membrana, y los tilacoides suelen estar dispuestos en bandas de dos a tres. Se ha demostrado que sólo una especie, que carece de un alga simbiote, posee plastos con lamelas en banda como los que se encuentran en las *Chrysophyceae*. Los pirenoides son comunes y pueden estar absorbidos o pedunculados en el cloroplasto. Dodge (1968) ha revisado la estructura de los cloroplastos y pirenoides de los dinoflagelados (Clinton, 1986).

Las manchas oculares son raras en los dinoflagelados, pero cuando están presentes, son de cuatro tipos, según Steidinger y Cox en 1980, Citado por Clinton en 1986.

- Una masa de glóbulos parecidos a lípidos que es independiente del cloroplasto y está cerca del surco,
- Una sola capa de glóbulos que forman parte de un cloroplasto,
- Una mancha ocular limitada por membrana con dos capas de glóbulos separados del cloroplasto,
- Un ocelo especializado que consta de una lente con un retinoide y pigmentos asociados.

### **2.3 MOVILIDAD:**

Una de las características más importantes de esta división son los flagelos, que pueden ser anteriores (*Desmophyceae*) o laterales (*Dinophyceae*). En esta última, un flagelo se mueve en un plano transversal, se localiza en el cíngulo y es aplanado y pantonemático. El otro es un flagelo rezagado que es largo y acronemático. La combinación del flagelo de látigo rezagado y el movimiento hemihelicoidal del flagelo transversal da como resultado la propulsión hacia adelante de la célula. El movimiento del flagelo rezagado resulta en un tipo de movimiento de sacacorchos, de ahí el término dino que significa "remoliente". Los dinoflagelados son capaces de moverse de 1 a 2 m/h y a más de 20 m/día. Las migraciones verticales pueden ocurrir dentro de los 15 m superiores del agua, (Clinton, 1986).

### **2.4 ESTRUCTURA DE LA PARED CELULAR:**

La cubierta básica es una serie de membranas llamadas anfiesmas, según Loeblich (1970), o tecas en la clase Dinophyceae. La anfiesma es una serie de membranas y vesículas o sacos aplanados. En el lumen de estos sacos, puede haber celulosa u otros polisacáridos formando placas (formas acorazadas). Puede haber también formas desnudas o no acorazadas que carecen de celulosa. El número y disposición de estas placas se utiliza para definir los géneros y especies. La pared se conoce como teca y la célula puede estar dividida en una epiteca (arriba del cíngulo) y una hipoteca (debajo del mismo). Incluso las especies que carecen de placas de polisacáridos tienen un modelo característico de vesículas o sacos aplanados formando la anfiesma.

### **2.5 RESERVA ALIMENTICIAS:**

El nutriente de reserva primario en las especies de vida libre es almidón, y los granos de éste suelen encontrarse en torno a los pirenoides y en el citoplasma. Pueden encontrarse también gotitas de aceite en éste último, la reserva de aceite está compuesta de ácidos grasos insaturados de cadena larga.

### 3. MORFOLOGIA Y REPRODUCCION

Aunque la mayoría de las etapas vegetativas de las *pyrrophytas* son formas unicelulares móviles, hay también especies coloniales, cocoides y filamentosas. La mayoría de las etapas móviles tienen menos de 200  $\mu\text{m}$  sin embargo, varias especies pueden alcanzar un tamaño mayor de 1 a 2 mm.

Todos los ciclos de vida sexuales hasta ahora estudiados (18 entre las 1,200 especies de vida libre), con excepción de *Noctiluca*, son haplóticos en los que la meiosis ocurre durante o después de la germinación del cigoto. Este último (hipnocisto) puede funcionar como una etapa de reposo. Los gametos son isógamos o anisógamos y se asemejan por lo común a la célula progenitora. En *Noctiluca*, los gametos son uniflagelados y el cigoto se desarrolla directamente en las nuevas células. Así, se supone que el ciclo de vida es diplóntico. La formación de quistes es común en las especies marinas de dinoflagelados, su pared es por lo general gruesa y algunas veces está bastante ornamentada. La reproducción asexual es por división celular, en las formas no acorazadas la célula se divide en dos, y en las formas acorazadas la teca se divide a la mitad o se forma una nueva después de la muda de la pared vieja (Clinton, 1986).

### 4. ECOLOGIA

#### 4.1 PRODUCTIVIDAD PRIMARIA:

Los dinoflagelados llamados, pastos marinos, pueden llegar a ser las algas pelágicas de vida libre dominante en una comunidad de fitoplancton. Steidinger (1978) ha encontrado a partir de datos de distribución de 12 años que cuatro grupos de dinoflagelados ocurren en el Golfo de México representando poblaciones estuarinas, estuarina-costeras, costeras-Golfo adentro y del Golfo adentro. Las especies indicadoras de distribución limitada se encuentran únicamente en las masas primera y última. Steidinger ha encontrado también que la diversidad de especies aumenta mar adentro, mientras que la abundancia total disminuye.



Las masas estuarinas se caracterizan por varios géneros cosmopolitas como: *Ceratium*, *Hircus*, *Prorocentrum*, *Gymnodinium*.

Parece ser que las poblaciones de dinoflagelados se establecen a través de quistes que se localizan en sitios estuarinos o de aguas profundas. Con el ciclo estacional de la columna de agua a través del calentamiento o enfriamiento térmico, afloramientos y perturbaciones por tormentas, estos quistes pueden ser estimulados para que se abran, liberando nuevas células móviles.

#### 4.2 ESTUDIO DE LA COMUNIDAD ACUÁTICA:

Muchos de los conceptos y principios básicos que conciernen a los habitats terrestres tienen paralelismo con los habitats acuáticos, aunque muchos detalles y patrones se encuentren solamente en los últimos, (Franco, et al. 1989).

El hábitat acuático puede dividirse en ciertas dimensiones básicas como tiempo, espacio y componentes fisico-químicos. El ecólogo acuático generalmente enfatiza los factores fisico-químicos, más que los biológicos, cuando describe el habitat, (Franco, et al. 1989). Una descripción de los factores físicos que afectan el medio acuático incluye la información sobre las condiciones atmosféricas controladas por el clima, la estación y las condiciones diarias que afectan directamente la cantidad de luz incidente en la superficie, la evaporación, temperatura, corrientes y consecuentemente la distribución de los organismos en el cuerpo de agua. Debido a esto, las características biológicas pueden variar en poco tiempo dependiendo de los cambios en las condiciones atmosféricas, por esto es importante registrar características tales como temperatura, descripción de: vientos, luz y otros que se consideren necesarios, (Franco, et al. 1989).

### 4.3 DIVERSIDAD:

Uno de los aspectos que primero impresiona a un investigador al observar las distintas comunidades naturales, es la diferencia existente entre ellas en cuanto a su riqueza específica. En general, consideramos que una comunidad es más compleja mientras mayor sea el número de especies que la compongan (más vías de flujo de energía en la cadena trófica) y mientras menos dominancia presenten una o pocas especies con respecto a las demás.

A la característica de las comunidades que mide ese grado de complejidad, se le llama diversidad. Aun cuando la diversidad es un concepto que puede entenderse fácilmente en forma cualitativa, la expresión cuantitativa de ésta es aún muy confusa, (Franco, et al. 1989).

## 5. TAXONOMIA

Los dinoflagelados son un grupo de organismos eucariotas unicelulares. Son denominados flagelados porque la mayoría, incluyendo las especies nocivas, nadan por medio de un par de flagelos en forma de látigo. Estos rotan cuando nadan, son ocurrentes tanto en agua dulce como en agua salada y pueden también ser planctónicos situándose arriba del agua o bentónicos asociados con el fondo del agua (UNESCO, 1995).

Aproximadamente el 50% de las especies son fotosintéticas. El grupo se caracteriza por su forma como ranura asociada con el flagelo, pero existen excepciones reconocidas por rasgos distintivos como sus nucleos y detalles del flagelo. Recientemente la clasificación del grupo, incluyendo la rica representación fósil, fué revisada (UNESCO, 1995).

Los dinoflagelados son un grupo protista con un alto número de especies nocivas. La gran mayoría son fotosintéticas pero *Noctiluca* y algunas especies de *Dinophysis* son excepciones notables. Tanto las especies tecadas como atecadas pueden ser nocivas, casi todas son marinas (UNESCO, 1995).

Hay en la división aproximadamente 130 géneros que representa 1,200 especies. Los más importantes se encuentran en el anexo 1 (Fukuyo and Taylor, 1989; Fukuyo et al. 1990; Van der Hoek, 1978).

### 5.1 CRITERIOS TAXONOMICOS USADOS PARA LA IDENTIFICACION Y CLASIFICACION

Las células contenidas en los dinoflagelados no han sido muy usadas para la identificación, puesto que todas las especies reconocidas como nocivas, hasta ahora, son fotosintéticas, a excepción de *Noctiluca*. Así también actualmente se utiliza la ornamentación superficial que éstos organismos presentan como: poros, espinas, surcos, etc. Esencialmente se puede distinguir entre la carencia de una visibilidad verdadera, una pared celulosica con múltiples platos, la teca que puede faltar en algunos dinoflagelados llamándolos atecados y al estar presentes se les denomina tecados. Otra característica que ha hecho a la mayoría de dinoflagelados distintos es el flagelo que puede surgir de una cara del lado de la célula, llamada ventral.

Al describir dinoflagelados utilizando terminología de orientación, el lado en el cual al final la célula se mueve hacia adelante es llamado polo **apical** y lo opuesto es el **antapical**. Otra característica frecuentemente utilizada al describir dinoflagelados es el cinturón o **cingulum** y ésta puede desplazarse o no y puede encontrarse en forma proximal o distal, en el caso de encontrarse en la cara izquierda se le llama **proximal**.

En especies tecados el diseño de las placas o platos **tabulaciones**, es extremadamente importante. La descripción de nuevas especies o cualquier taxonomía crítica requiere toda una elucidación de los diseños de las placas, cuando esto se dificulta se necesita de técnicas especiales para el trabajo. Afortunadamente la identificación de las placas es una rutina que no es necesaria, la identificación puede depender de la forma general, el tamaño de uno o dos de los caracteres estudiados anteriormente. Todas las características anteriores son morfológicas. Las especies definidas como morfológicamente semejantes son denominadas morfoespecies.

El ciclo de vida es una característica muy importante en todos los estadios ya que es posible reconocer la especie en lo que al comportamiento de cada estadio, (UNESCO, 1995).

## 5.2 TIPOS BASICOS DE DINOFLAGELADOS PRESENTES EN FLORECIMIENTOS NOCIVOS

Según Taylor en 1987, los dinoflagelados muestran un gran rango de formas pero debido a la diversidad presente se resumió en cinco tipos básicos y las especies nocivas se repartieron en éstas categorías: (UNESCO, 1996).

### 5.2.1 GYMNODINIALES Y NOCTILUCALES

#### *Gymnodinium* Stein

Tienen formas y tamaños muy variados, en cada especie el núcleo suele tener una posición más o menos fija y este es uno de los caracteres utilizados en las determinaciones específicas. Hay especies con cloroplastos y otras sin ellos. El citoplasma puede ostentar colores independientes de los cloroplastos, generalmente pálidos (amarillentos, verdosos, rosados, rojizos y azules) o llevar manchas de color, sobre todo rojas o parduscas. Es frecuente la existencia de tricocistos, a veces muy grandes y visibles como corpúsculos más o menos baciliformes subcuticulares, (Balech, 1988).

La célula está envuelta por una película o periplasto que a veces es débil, elástico y permite la deformación y aun la ruptura fácil de la célula. En éstos casos con frecuencia se produce la citólisis a poco de recolectadas o al empezar el examen microscópico, o bien la forma cambió mucho de modo que la que presenta un ejemplar fijado puede ser muy diferente de la normal. Esta es una de las razones por las que resulta muy difícil la distinción específica en muestras fijadas y explicar, junto con las lisis sufridas por la mayoría de los individuos en muestras fijadas por métodos comunes de fijación y conservación del plancton, (Balech, 1988).

El cinturón en especies de *Gymnodinium* está localizado en la región ecuatorial de la célula, y se muestra pequeña, menos que un quinto del largo de la célula, o no precisamente desplazado. Casi todas las especies se encuentran en ambientes marinos. Son severamente tóxicas, son especies fototróficas o heterótrofas, las especies fototróficas como *Gymnodinium* incluyendo a *G. breve*, *G. mikimotoi* y se presume que *G. veneficum*, no contienen peridina, pero la fucoxantina y sus derivados es el mayor compuesto de pigmentos accesorios.

#### *Gymnodinium breve* Davis

Sinónimo: *Ptychodiscus brevis* (Davis) Steidinger

Las células aparecen casi en una forma de escuadra, pero con una prominencia de proceso apical, fortaleciendo la forma dorso-ventral. El cinturón no es únicamente fortalecido por el desplazamiento y se describe en una forma espiral descendiente, los surcos están presentes cerca del área distal o al final del cinturón. Tienen alto número de cloroplastos con pirenoides. Distribución: *Gymnodinium breve* es regularmente ocurrente en el Golfo de México, pero también a sido reportado en el Atlántico oeste, España, Grecia, Japón, y Nueva Zelanda.

#### *Gymnodinium catenatum* Graham

Las células son pequeñas, forman cadenas regularmente de 4, 8 ó 16 células, éstas son largas. La causa principal del rompimiento de las cadenas es básicamente las condiciones inadecuadas de ambiente, quedando éstas solas y también existe la posibilidad de que no formen las cadenas clones. El cíngulum se describe como una forma de espiral que desciende con un desplazamiento en un quinto del largo de la célula. El surcus se extiende del antapexo a el apexo con una circumbalación con el anillo apical semicircular.

Las células contienen numerosos cloroplastos con pirenoides conspicuos. El núcleo está localizado en la parte central de la célula. Los rangos de talla reportados son para células solitarias de 34-65  $\mu\text{m}$  de largo y 27-43 $\mu\text{m}$  de ancho. Para cada cadena formada las células tienen un largo de 23-60  $\mu\text{m}$  y 27-43 $\mu\text{m}$  de ancho.

Distribución: El primer reporte fué de California, Estados Unidos y seguidamente se reportó desde: Argentina, Australia, Italia, Japón, México, Filipinas, Portugal, España y Venezuela.

#### ***Gyrodinium* Kofoid and Swezy**

El cíngulum en las especies de *Gyrodinium* está localizado en la región ecuatorial de la célula y está desplazado más, hacia un quinto del largo de la célula. El género no se tiene claro aún. Está compuesta de casi 100 especies auto ó heterótrofas, casi todas marinas.

#### ***Noctiluca scintillans* Macartney, y Ehrenberg**

Las estructuras mas finas como el diente y el flagelo transversal, el indicio del extremo del cíngulum y el flagelo longitudinal exigen un examen muy atento de material en perfectas condiciones, de preferencia vivo. En el plancton fijado las células pueden conservar su forma general que las asemeja a un durazno, (Balech, 1988).

Las células son largas y más o menos formando un globo, con tentáculo estriado. Es un fagotrófico y usualmente sus células están coloreadas. En área tropical este organismo alcanza colores verdes debido a la presencia de flagelados endosimbióticos. El diámetro es de 200 a 2000µm.

Distribución: *Noctiluca scintillans* está distribuída y ha formado florecimientos en aguas sub-tropicales como en tropicales.

### **5.2.2 PERIDINIALES**

Es un orden sumamente complejo que contiene el mayor número de géneros y especies de dinoflagelados. Aunque los individuos de distintas familias pueden tener formas bastantes parecidas, no existe un claro plan estructural común a todo el orden, como el que notamos en la familia *Dinophysoldea* en los que pese a muy llamativas diferencias morfológicas, el tipo o estructura tabular fundamentalmente se repite en todos ellos.

En la familia *Peridinoidea* en cambio, parece prevalecer la anarquía, y los caracteres esenciales para separar las familias y géneros son los tabulares que casi siempre relegan los morfológicos a un segundo plano (Balech, 1988).

Con mucha frecuencia la epiteca se levanta en cúpula o en cono, y aun se prolonga en un cuerno apical o en una formación espiniforme. Generalmente, en el ápice de esa zona elevada, aunque no necesariamente en él, suele haber una plaquita peculiar que tradicionalmente se llama: Placa del poro. Este es un grupo tecado y cada una de dos en cada placa, están ordenadas en la serie clásica, que son cinco placas horizontales.

#### **5.2.2.1 Familia Protoperidiniidae**

Formas muy variadas, con cingulum, por lo menos en parte, en posición ecuatorial. Generalmente hay un cuello o cuerno apical, a veces reducido, y muchas veces largo. El sulcus nunca ocupa la mayor parte de la cara ventral hipotecal. El género tipo de esta familia es *Protoperidinium* el más numeroso y complejo de dinoflagelados tecados.

##### ***Protoperidinium bipes***

Tiene una epiteca cónica de flancos cóncavos. Borde antapical cóncavo, espinas largas iguales y muy separadas.

##### ***Protoperidinium excentricum***

Posee la epiteca muy aplastada en la región dorsal, que se levanta en la mitad ventral en un cono asimétrico y truncado que forma el cuello. La hipoteca está en cambio aplastada con inclinación inversa lo que hace que, en conjunto y vista de costado, la teca tenga su eje longitudinal muy inclinado de adelante atrás y de la región ventral a la dorsal.

### 5.2.2.2 Familia Podolampidae

Se caracteriza a primera vista por su falta de surcos. El sulcus, aunque no deprimido, está bien señalado por las aletas que lo bordean atrás y por las placas que lo delimitan. El cingulum es de carácter único por la falta de depresión y membranas o rebordes salientes y por la altura de sus componentes.

El polo anterior que forma, tienen dos placas cortas de mediana longitud que abrazan al polo y una muy angosta ventral, mucho mas larga que se extiende desde el polo hasta la región crucial. Por su delgadez es difícil de identificar sin disección pues en la teca íntegra aparece como una sutura un poco engrosada.

#### **Podolampas bipes**

Contorno marcadamente piriforme ancho, bastante aplastada en dirección dorso-ventral. Cuello corto y un par de espinas antapicales de longitud mediana bastante separadas, algo sinuosas. La izquierda tiene membranas muy estrechas abajo pero se ensanchan arriba, sobre todo la interna que describe una amplia convexidad que cubre buena parte del borde antapical.

### 5.2.3 GONYAULACOIDES

Este es un grupo similar a los Peridinoídes pero la diferencia principal es en la simetría de las placas tecaíes. Son predominantemente fotosintéticos y la mayoría de especies tóxicas están unidas. Una característica importante es la distinción genérica en la forma y relación entre el homólogo y la forma tradicional de la placa rombá.

#### **Pyrodinium bahamense** Plate var. **compressum** (Bohm) Steidinger, Tester et Taylor.

Estas son células solitarias pero comúnmente forman cadenas. Las células son esféricas y formando cadenas muestran el distintivo achatado apico-antapical. La superficie de las tecas está cubierta por una densa capa de espínulas finas y largos poros prominentes. Un distintivo del poro apical es la presencia cercana de una unión derecha superior con la cuarta placa apical.- El largo del cuerpo de la célula es de 33-47  $\mu\text{m}$  y su transdiámetro es de 37-52  $\mu\text{m}$



Distribución: Principalmente se encuentra en aguas Asiáticas, desde Filipinas hasta Nueva Guinea, también en la costa de Centro América. La variedad *bahamense* se encuentra en el trópico, en el Atlántico Occidental.

#### **Gonyaulax** Diesing

En la literatura sobre el tema aparece ésta especie como un género tóxico o nocivo en algunas regiones. En parte esta afirmación es debido a una inclusión original de varias especies de *Alexandrium* en éste género. Está relacionado con mortalidad en fauna marina debido a toxinas, pero éste aparece también relacionado en baja cantidad de oxígeno disuelto y de algún tipo de florecimiento fuerte de especies de éste género produciendo la mortalidad.

#### **Ceratium** Schrank

El género *Gonyaulacoide* se caracteriza por la presencia de 2 ó 3 cuernos vacíos cuatro en algunas especies de agua dulce y muy marcados. Aunque no se conoce la producción de toxinas, las especies comunmente han sido encontradas asociadas a la mortalidad de larvas de ostras.

#### **Ceratium fusus** (Ehrenberg) Dujardin

Son parecidos a otros miembros de la sección Fusiformia, las células son muy elongadas con dos largos cuernos ligeramente curvados y lisos, llamado cuerno apical y antapical izquierdo. El cuerno antapical derecho, se desarrolla mucho en esta especie. Largo: 150-300  $\mu\text{m}$  y transdiámetro: 15-30  $\mu\text{m}$ .

Distribución: Se extiende en la costa del Pacífico con una gran tolerancia en rangos de salinidad desde 5 a 70 partes por mil.

### *Dinophysis caudata* Saville-Kent

Posee células largas subovadas bastante distintivas por la proyección ventral larga. El lado ventral de la hipoteca es ondulado o recto. El lado dorsal recto o escasamente cóncavo en el medio anterior y recto o convexo se extiende paralelamente con el lado ventral en el medio posterior.

Distribución: Esta especie se extiende en aguas tropicales y son abundantes cerca de la costa. Están asociadas a marea roja y son causantes de mortalidad en peces.

### 5.2.5 PROROCENTRALES

Las especies de éste género son fácilmente distinguibles de otros dinoflagelados por los dos flagelos anteriores y las dos valvas lateralmente achatadas. Una de las valvas, la derecha tiene una dentación pequeña, ocupada por 7 u 8 pequeñas plaquetas de periflagelos formando un poro flagelar y un poro accesorio. *Mesoporos* y *Prorocentrum*, son los dos géneros conocidos. Estos forman un poro largo central en el centro de las valvas.

### *Prorocentrum* Ehrenberg

La clasificación de los miembros de éste género está basada en características morfológicas, cada una por la presencia de una espina anterior, el perfil de la célula, la ornamentación en la superficie de la valva y la distribución de la muestra de trichocistos en los poros. Se distinguen dos formas de vida conocidas, la planctónica y la epibentónica.

Las especies planctónicas han sido estudiadas por mucho tiempo y han sido reportadas más de 60 taxas dentro de dos géneros: *Prorocentrum* o *Exuviaella*, combinando los dos géneros después de la cuidadosa observación morfológica utilizada, por Dodge (1975). En contraste con las formas planctónicas, las especies epibentónicas son especies recientemente estudiadas, se sospechan implicadas en envenenamiento endémico en áreas tropicales. Para la identificación de especies, la forma del área del periflagelo y las bandas intercladas son importantes criterios que se suman para el uso con especies planctónicas.

**Prorocentrum minimum**

Es una célula en forma de corazón, triangular, vista la valva es una forma ovada, y lateralmente tiene una forma lenticular. El margen anterior es recto o ligeramente convexo con una pequeña depresión media. Se levanta una pequeña espina de un lado de la depresión. La superficie de las valvas están cubiertas con muchas espínulas. Los cloroplastos amarillos-café, son dos localizados en la periférica y posee núcleos esféricos a elipsoidales localizados posteriormente.

Este organismo sufre de cambios morfológicos dependiendo de las condiciones ambientales, principalmente de los parámetros de salinidad, intensidad de luz, y temperatura. Esta especie se ha descrito como causante de envenenamiento ocurrida con ostras y peces. La sustancia tóxica que produce se le llama venepurina, pero la estructura química y las propiedades aún no han sido descubiertas.

Distribución: Esta especie planctónica se encuentra distribuída en todo el mundo, en aguas salobre y marina.

**Prorocentrum micans**

Ehrenberg

Tamaño mediano, oval muy asimétrica y algo angulosa, con poro mayor anterior. Diente bastante desarrollado, con un eje espiniforme que sostiene una membrana cuyo ancho aparente varía según la posición en que se la observa. Poro menor posterior, agudo. Escultura de poroides muy finos, bastante densos y poros mas grandes, fuertes, que se acumulan sobre todo cerca de los márgenes formando cortas hileras transversales oblicuas.

**Prorocentrum gracile**

Schutt

Lanceolada, más o menos redondeada adelante y acuminada atrás, a veces ligeramente truncada en el poro posterior. Diente anterior bien desarrollado, con eje espiniforme robusto y membrana angosta, más o menos invisible de costado, cuando se observa la teca en vista frontal en ocasiones se observa una corta espina basal que contribuye a sostener la membrana.

**Prorocentrum compressum** (Bailey) Abé

Tamaño mediano, forma elíptica más o menos ancha con tendencia cuadrangular. Paredes generalmente de espesor mediano o delgadas. Complejo del poro pequeño, rodeado por un espesamiento que se hace hacia adentro y hacia afuera, a veces se proyecta un par de denticulaciones pequeñas que pueden ser asimétricas. Poroides pequeños, superficiales y densos. Poros de distribución irregular.

## **6. MONITOREO AMBIENTAL**

Para el diseño de un programa de monitoreo ambiental, la selección de los factores a medir, las técnicas y frecuencia de monitoreo y las áreas a muestrear son las mejores consideraciones.

### **6.1 FACTORES FISICOS**

Los factores como salinidad y temperatura mínima son factores importantes de medir, el grado de proliferación vertical de la densidad se calcula con una estratificación mixta en la columna de agua, o en el lugar a estudiar.

Generalmente los factores ambientales que contribuyen al desarrollo de florecimientos algales principalmente tóxicas son: período intenso de precipitaciones, competencia entre el incremento de la estratificación de la columna de agua y un cambio químico que forma una estrato superficial favorable al crecimiento del plancton y esto es acompañado por un período de intensidad lumínica. (UNESCO, 1995). Un cambio químico en la calidad de agua es más significativo en el estímulo de un florecimiento de algas que una reducción de turbulencia que es conocido que inhibe la división celular en dinoflagelados.

Los eventos de florecimientos de algas tóxicas, son más progresivamente favorables en un rango incremental de 1:1, entre el crecimiento y el medio ambiente. Estos eventos se producen en bahías y alcanzan condiciones favorables con el viento, aportándose las condiciones favorables para el crecimiento de la población en esta localidad. Por lo tanto las condiciones meteorológicas son muy importante durante el monitoreo de éstos organismos, porque de ésta manera se conocerá el comportamiento de la población.

El conocer los eventos físicos contribuye a conocer el momento en que la población de algas nocivas se incrementa, protegiendo a los habitantes cercanos al área. Los investigadores consideran que el monitoreo constante del área por medio de satélites facilita la ayuda así como se reduce el grado de error o por medio de sensores a control remoto que darían los datos locales y los movimientos de las masas de agua basados en los cambios de temperatura y la clorofila del área estudiada (UNESCO, 1995).

## **6.2 FACTORES QUIMICOS**

Los factores químicos influyen en los eventos de florecimientos de algas tóxicas, en la dinámica del florecimiento y en la selección de especies. El crecimiento de éstos organismos se evidencia durante los eventos de florecimiento de algas nocivas con un incremento en la disponibilidad de nutrientes que enriquecen el agua, con una tendencia a incrementar la densidad de éstos organismos (UNESCO, 1995).

## **6.3 NUTRIENTES MAYORES**

La química ambiental de los habitantes planctónicos es extremadamente compleja, variable naturalmente, y sujeta a temporadas modificaciones regionales y de largo término. Los niveles de las concentraciones de iones tales como:  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ , y  $\text{PO}_4$  son los aspectos más importantes. Las muestras de agua revelan la dirección de los macronutrientes relacionados con la actividad en el sistema acuático. La medición de nitrógeno inorgánico, fósforo y oxígeno son las medidas mínimas de monitoreo a realizar. particularmente donde ocurre modificaciones antropogénicas en las concentraciones de los nutrientes (UNESCO, 1995).

## **6.4 OXIGENO**

El monitoreo estacional de los niveles de oxígeno en la columna de agua, con énfasis en la concentración a poca profundidad es esencial. El oxígeno puede ser pobre en aguas costeras, en áreas de acuicultura, y en regiones de degradación ambiental.

Una disminución progresiva en los niveles óptimos de oxígeno produce muerte periódica de animales y disminución de la abundancia de fitoplancton debido a la mezcla o turbulencia de la región. Es necesario también evaluar la demanda química del oxígeno (COD) o la demanda biológica del oxígeno (BOD), (UNESCO, 1995).

## 6.5 ORGANISMOS

El único objetivo del monitoreo, es determinar la presencia o ausencia de determinados organismos, estableciendo cuantitativamente su abundancia y las necesidades alimenticias. En el proceso de muestreo se demuestra el nivel de ocurrencia de éstos organismos. El investigador debe preparar con anticipación el material a utilizar en los muestreos para lograr la observación de la especie deseada.

Con la eficacia que se realice la observación de los organismos estudiados dependerá el nivel de significancia, las necesidades a encontrar y/o el porcentaje de la muestra a observar. De esta manera, el nivel para establecer la ausencia de significancia es del 5% por muestra de 1000 especímenes, pero aunque ésta técnica es relativamente fácil, es pura evaluación de presencia/ausencia, pero aún así existe pérdida de información.

La estimación cuantitativa de abundancia es el índice más deseable, juntamente con la colecta de parámetros ambientales físicos y químicos. Los dinoflagelados poseen características del plancton común que se debe tomar en cuenta en los monitoreos y principalmente para el diseño de estrategias a seguir. Son comunidades de especies polimixtas, hay abundancia variable, tienen preferencia estacional, exhiben una variación interanual en ocurrencia, forman eventos de abundancia y florecimientos (UNESCO, 1995).

## MATERIALES Y METODOS

### METODOLOGIA:

#### 1. MUESTREOS:

Las muestras se colectaron mensualmente en Puerto Quetzal en cuatro puntos de muestreo (ver anexo 2), 0, 1 y 2 metros de profundidad, en horas de la mañana, por medio de una botella de Niskén de 2 litros de capacidad. Luego la muestra se filtró en una red de plancton de 20  $\mu\text{m}$ . y se colocó en los frascos de muestreo correspondientes. Las muestras se fijaron con formol al 10%.

#### 2. PARAMETROS AMBIENTALES

##### 2.1 Físico-químicos:

Se midieron los parámetros de temperatura del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ), Oxígeno ( $\text{mg/l}$ ), por medio del oxigenómetro YSI; Salinidad (partes por mil), por medio de un refractómetro; Fósforo en forma de fosfato ( $\text{PO}_4$  en  $\text{mg/l}$ ) y Nitratos ( $\text{NO}_4$  en  $\text{mg/l}$ ), por medio de un Kit químico marca Merck.. Estos parámetros se compararon a los datos proporcionados por OBIMAR (Departamento de Observaciones Marítimas de la Empresa Portuaria Quetzal).

##### 2.2 Meteorológicos:

Se recabaron datos de precipitación, condiciones atmosféricas, mareas, corrientes y evaporación, por medio del equipo de OBIMAR, de la Empresa Portuaria Quetzal.

### 3. CONTEO E IDENTIFICACION:

El conteo de células se realizó tomando una muestra total en cada punto de muestreo de 2 litros, concentrada a 50 ml. de donde se tomó 1 ml. de cada muestra y se colocó en la cámara de Sedgewick Rafter, al microscopio simple utilizando objetivos de 4x, 10x y 40x para observar las especies presentes, y el número encontrado de éstas se relacionó matemáticamente con la cantidad de muestra colectada en la botella Nisken (2 litro). Para el conteo se utilizarón 3 alícuotas por cada uno de los puntos de muestreo. La identificación se realizó en la cámara de Sedgewick Rafter, utilizando la guía de identificación de Fukuyo, et al., (1990).

### MATERIALES Y EQUIPO EMPLEADO:

El siguiente material y equipo se utilizó durante todo el tiempo de estudio, tanto en muestreo como en el trabajo de laboratorio.

Frascos plásticos	Cámara de Sedgewick Rafter
Botella Nisken	Red de plancton (20um.)
Porta y cubre objetos	Pinzas y agujas
Guía de Identificación	Formalina 10%
Microscopio normal	Cámara fotográfica
Kit de reactivos (PO4 y NO3)	Refractómetro
Oxigenómetro YSI	



## RESULTADOS Y DISCUSION

Los dinoflagelados son organismos migratorios y su comportamiento a lo largo de la columna de agua debe de ser observada durante 24 horas. En éste estudio no fué posible muestrear siempre a la misma hora, sin embargo con excepción del mes de mayo de 1996 todos los muestreos fueron realizados durante la mañana. Los siguientes resultados se discuten en torno a las especies reportadas, su distribución temporal y relación con los parámetros físico-químicos y ambientales presentes en el área estudiada y bajo una metodología específica de muestreo.

Los organismos considerados como formadores de marea roja son las diferentes especies de Ceratium, principalmente Ceratium furca, que se ha encontrado como un organismo formador de marea roja no dañina, es decir no tóxica para ningún ser vivo. La principal característica para la identificación de éste organismo fué la diferenciación de los cuernos apicales y la relación alto-ancho del cuerpo.

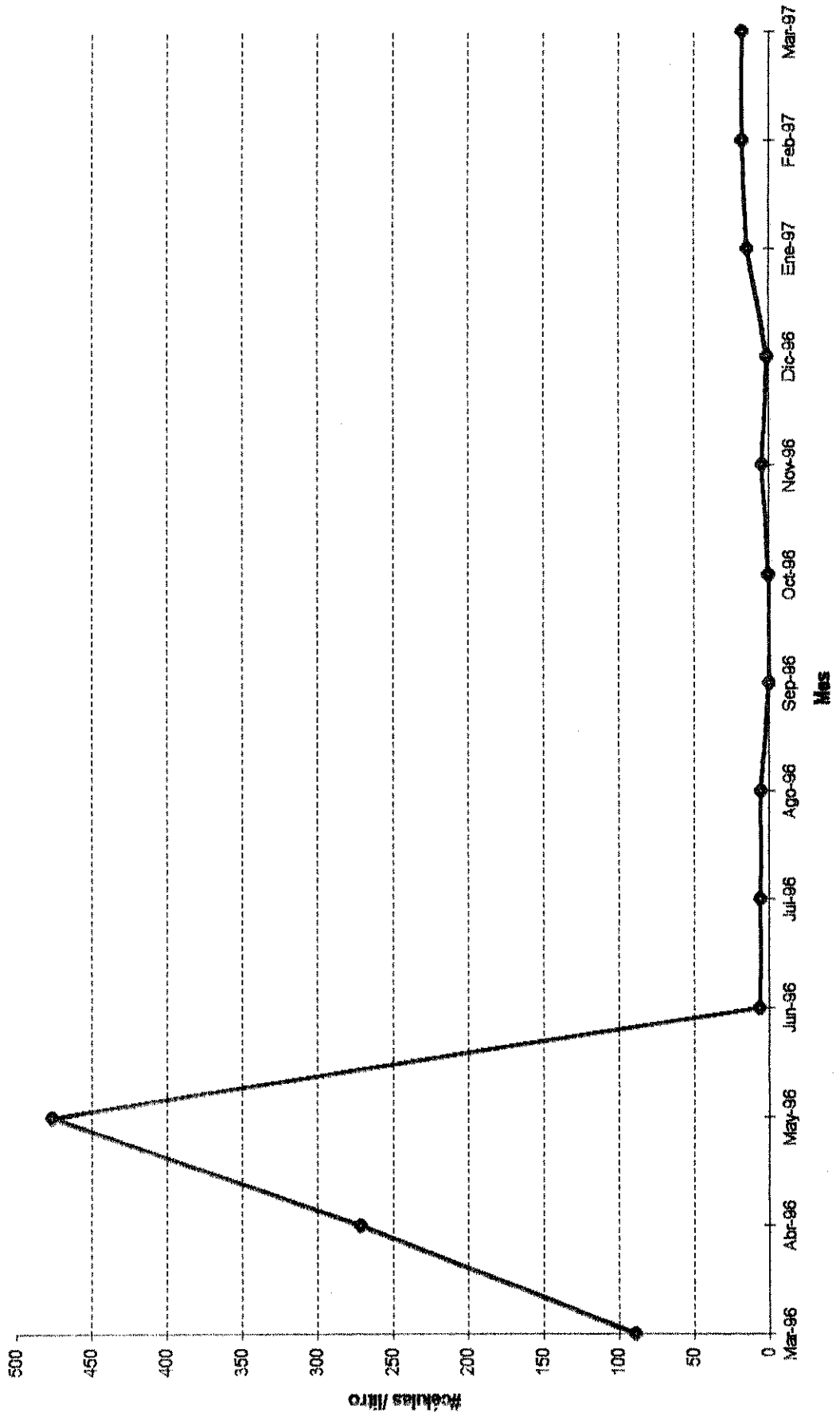
En la **gráfica 1** se observa el comportamiento de Ceratium furca en el periodo de muestreo de marzo '96 a marzo '97. En el mes de marzo se presentó en un mayor número de organismos principalmente en los puntos de muestreo C y D (ver anexo 2) en ésta área puede observarse como es mayor el número de organismos en éste mes y se mantuvo en mayor densidad durante todos los meses de muestreo, alcanzando el mayor número en el mes de mayo (ver cuadro 3, anexo 5).

Ceratium furca, se ha observado como una especie dominante, que acompaña casi siempre a los florecimientos de Gyrodinium aureolum, llegando incluso a ser más dominante en algunas localidades en término de número de células, (Granéli, *et al.*, 1989).

GRAFICA 1

Concentración media de Ceratium furca

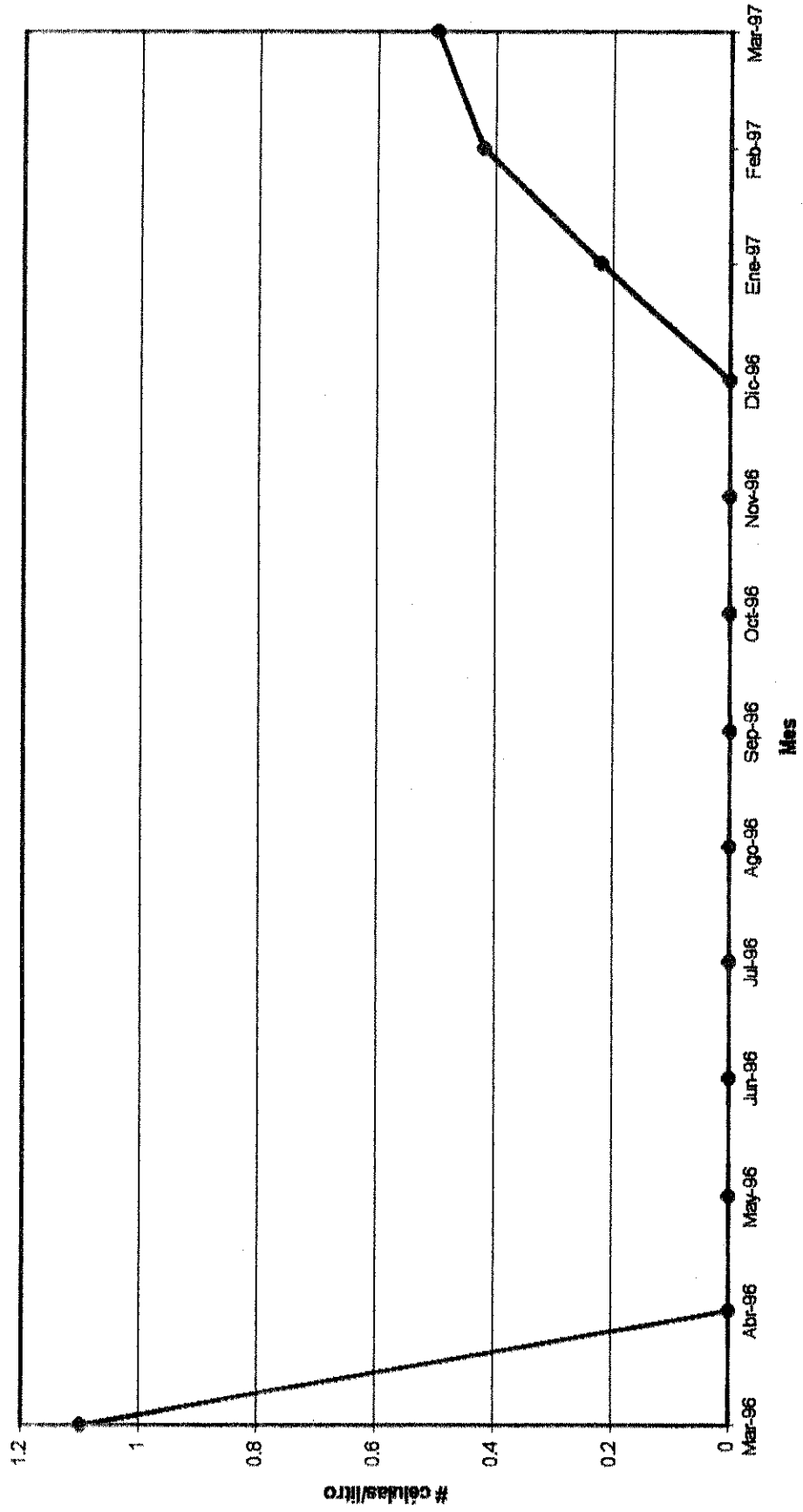
Puerto Quezaj, San José, Escuintla.



GRAFICA 2

Concentración media de *Gyrodinium falcatum*

Puerto Quetzal, San José, Escuintla.



Dentro de las especies de *Gyrodinium* estuvo ausente *Gyrodinium aureolum* durante el periodo muestreado, únicamente *Gyrodinium falcatum*, se reportó en muy bajas concentraciones encontrándose un promedio de 1.11 org/l en el mes de marzo '96, (ver cuadro 1, anexo 5). Durante los meses de abril a diciembre de 1996, no se observaron y en enero a marzo de 1997, se reportó en los puntos A y B y muy rara vez en el punto D, (gráfica 2).

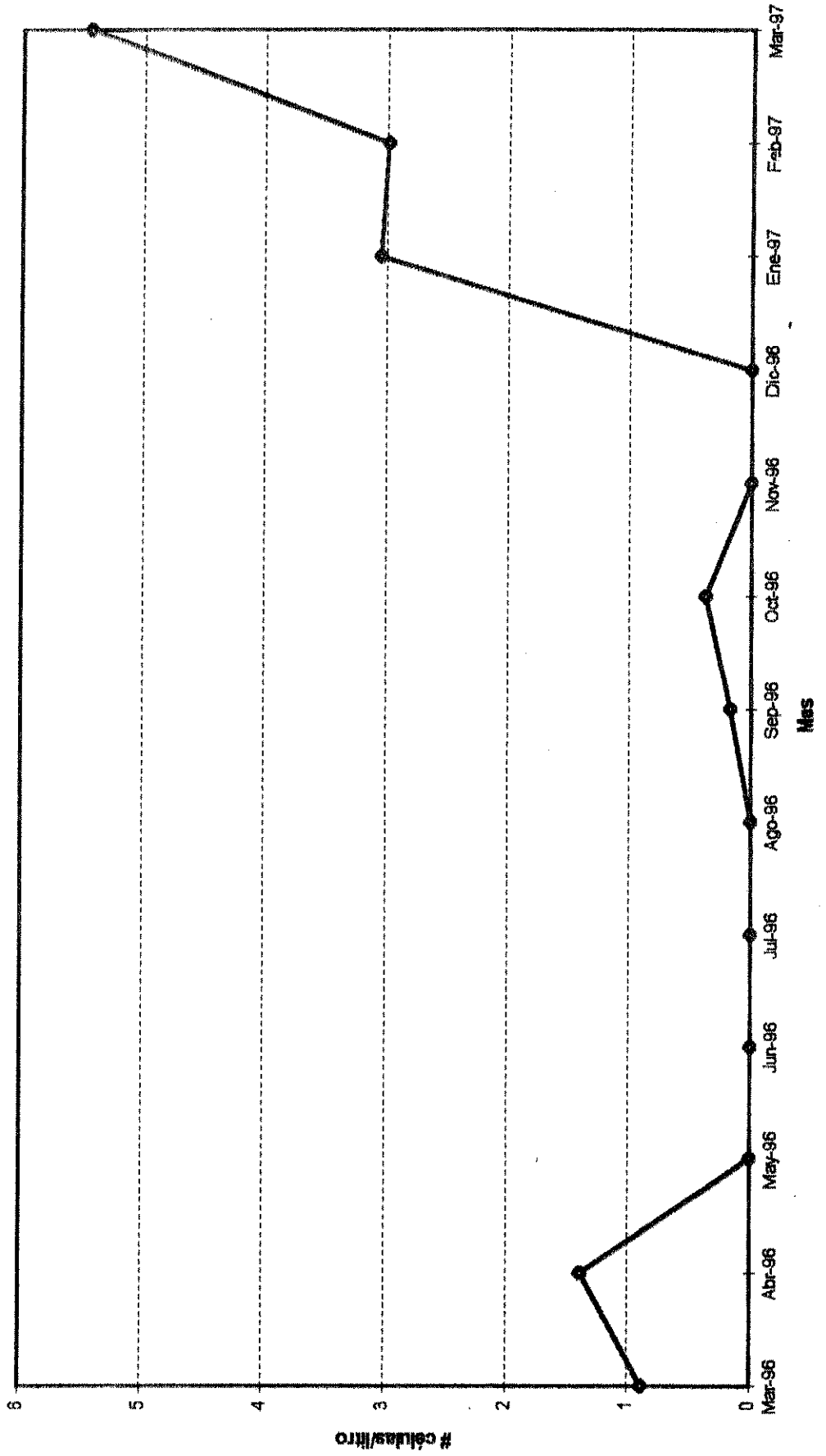
Entre las otras especies de *Ceratium* presentes de marzo '96 a marzo '97 fueron: *Ceratium falcatum*, *C. fusus*, *C. symmetricum*, *C. teres*, *C. trichoceros*, *C. breve*, *C. vultur*, *C. macroceros* y *C. biceps*.

Aunque *Ceratium falcatum* hasta el momento no es considerado como una especie tóxica, si puede estar asociado en florecimientos algales tóxicos que en algún momento pueda ocasionar problemas. La concentración observada en Puerto Quetzal fué de 0.89 cel/l. en el mes de marzo '96 en todos los puntos muestreados. En el mes de abril se observó en todas las profundidades estudiadas (0, 1 y 2 metros), principalmente en los puntos B, C y D. En el mes de mayo no se reportó y en junio únicamente se observaron 0.17 organismos por litro.

En los meses de julio y agosto no se reportaron y en el mes de septiembre se presentó *Ceratium falcatum* en los puntos de muestreo B, C y D con un total de 0.17 organismos/litro de muestras. En el mes de octubre se observó éste dinoflagelado en los cuatro puntos de muestreo 0.37 organismos por litro. Durante los meses de noviembre y diciembre no se reportó. La población promedio muestreada de *Ceratium falcatum* en el mes de enero'97 fué de 3.05 organismos por litro, en febrero '97 es de 2.99 organismos, y en el mes de marzo'97 fué de 5.44 organismos, en la gráfica 3 se puede observar un incremento considerable durante éstos últimos tres meses de la densidad de ésta especie lo cual puede estar relacionado a un incremento durante éstos meses de oxígeno disuelto y los niveles de nitrógeno (gráfica 18 y 20).

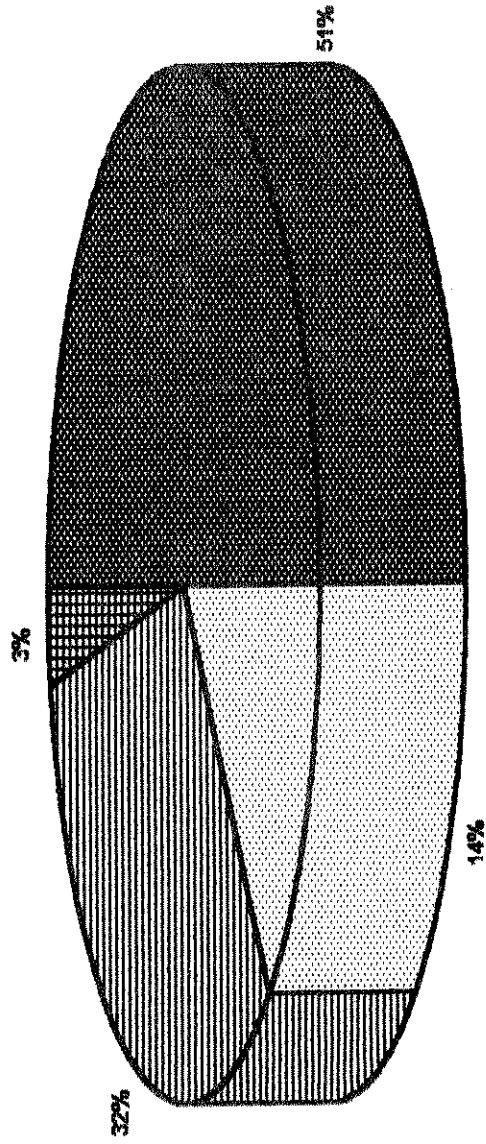
GRAFICA 3

Concentración media de *Ceratium falcatum*  
Puerto Quetzal, San José, Escuintla.



GRAFICA 4

Composición de especies del género *Ceratium*  
marzo '96 a marzo '97  
Puerto Quezsal, San José, Escuintla.



- *C. fusus* (51%)
- *C. symmetricum* (14%)
- ▨ *C. bipes* (32%)
- ▩ *C. breve, C. vultur, C. macroceros, C. biceps* (3%)

Las especies de Ceratium fusus, C. symmetricum, C. teres, C. breve, C. vultur, C. macroceros y C. biceps, son organismos presentes en las muestras observadas pero en ningún momento son organismos que tengan alta representatividad en relación a otros organismos muestreados. No hay mención bibliográfica de éstos organismos en relación a toxinas durante florecimientos de marea roja, las poblaciones en la columna de agua varían pero son muy pequeñas, (gráfica 4).

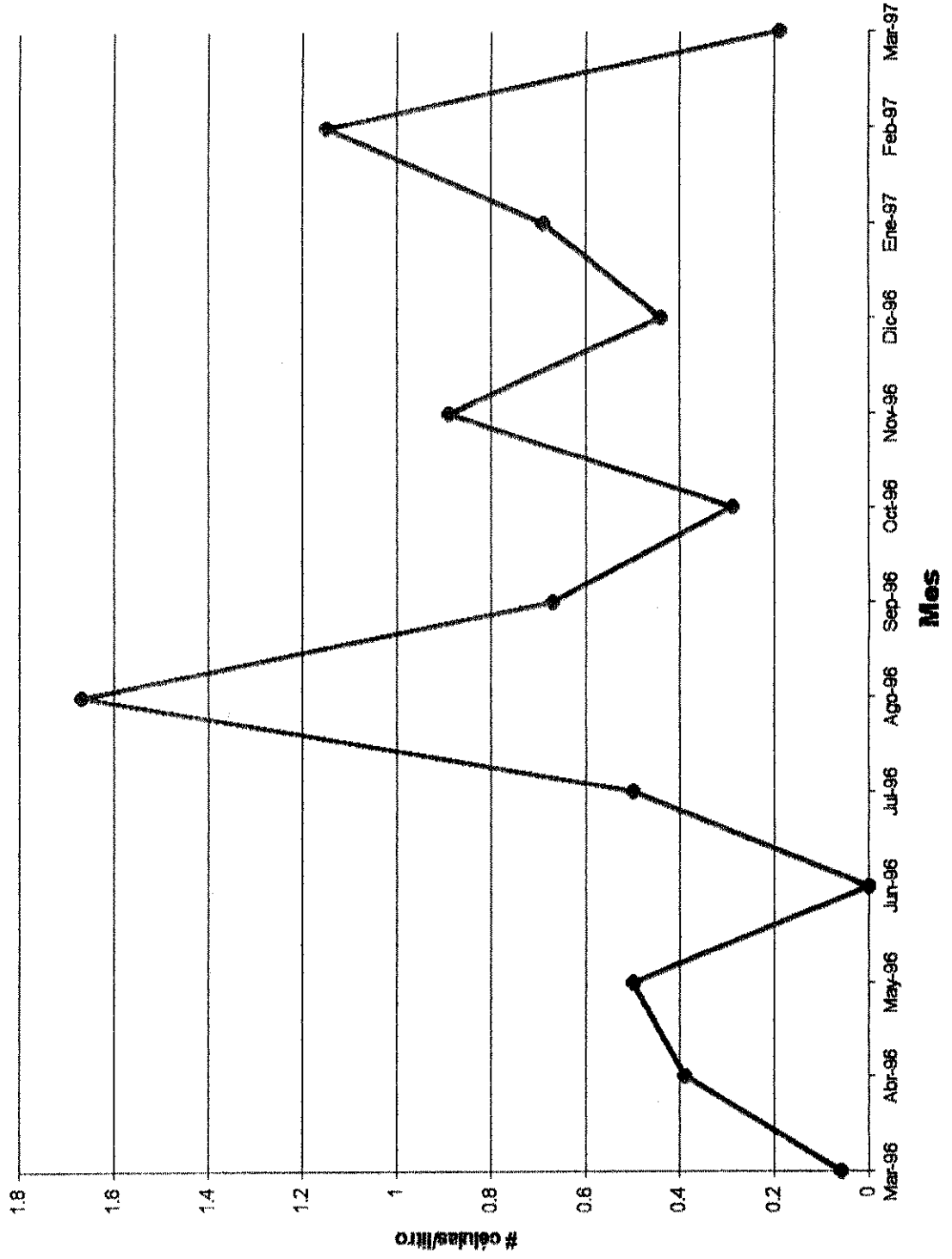
Ceratium trichoceros, ha sido reportado en Japón como un organismo observado en florecimientos tóxicos de marea roja, (Fukuyo, *et al.*, 1990). En la gráfica 5 puede observarse que la concentración de C. trichoceros varió de 0 organismos/l en el mes de junio a 1.67 organismos/l en el mes de agosto. La máxima concentración de organismos observada en el mes de agosto puede estar relacionada directamente al incremento de precipitación pluvial con un total de 16 días de lluvia y 254.5 mm. lo que asociado a la disminución de luz (nubosidad), provoca la migración de organismos hacia la superficie del mar.

La concentración de células/litro durante los meses de septiembre a febrero fueron muy variables en un rango de 0.67 a 1.15 organismos/l, encontrando en el mes de marzo '97 una relación de células/l con el mes de marzo '96, en un rango de 0 a 0.2 células/l. Lo anterior puede estar relacionado a los parámetros físico-químicos y ambientales presentes en el área de estudio (gráfica 15 a la 19).

Dinophysis caudata es un organismo cosmopolita de células planas laterales que miden de 71 a 110  $\mu\text{m}$  de longitud, las células vistas lateralmente son irregulares sub-ovadas con una proyección ventral distintiva. Este organismo está asociado a marea roja, ha sido reportado como causante de mortalidad masiva de peces en algunas oportunidades en Japón, (Okaichi, 1967). Por lo cual es muy importante continuar su monitoreo ya que es posible que éste organismo sea el responsable de la mortalidad de peces en Puerto Quetzal en 1985. Debido a la falta de muestras específicas durante 1985 para identificar ésta especie, no se pudo comprobar su presencia, pero si debe seguirse monitoreando, ya que éstos organismos al

GRAFICA 5

Concentración de Ceratium trichoceros  
Puerto Quezai, San José, Escuintla.





aumentar en número por litro pueden causar problemas a los peces presentes en éstas áreas. En la presente investigación se encontró *Dinophysis caudata* en Puerto Quetzal. Se conoce que el género *Dinophysis* si es peligroso ya que algunos investigadores agrupan a organismos como: *Dinophysis acuta*, *D. acuminata*, *D. fortii*, *D. norvegica*, *D. mitra*, *D. tripos*, *D. rotundata* y *D. caudata*, como tóxicos y asociados con eventos de envenenamiento diarreico por mariscos, (Steidinger y Roberts, 1990).

En intoxicación diarreica por mariscos donde el género causante es *Dinophysis*, al determinarse la naturaleza de la toxina responsable se observó que era diferente a la toxina paralizante y neurotóxica. Además se encontró que el compuesto tóxico aislado era soluble en lípidos y se encontraba en concentraciones altas en el hepatopáncreas de los moluscos, posteriormente se ha identificado 10 toxinas asociadas a ésta intoxicación, (Murata, *et al.*, 1984).

Aunque no se reporta exactamente las toxinas que se encuentran en *Dinophysis caudata*, por pertenecer al mismo género puede considerarse como muy relacionados. Actualmente no se conoce con exactitud como es la acción de éstas toxinas, pero han reportado algunos investigadores, como Shimizu (1986), el ácido okadoico y sus derivados como unos potentes promotores cancerígenos. Los síntomas en humanos varían pero puede considerarse predominantes: náuseas, dolor abdominal, vómitos y diarrea. La toxina puede incubarse en 30 minutos o en varias horas.

*Dinophysis sp.* asociadas con *Ceratium sp.*, *Prorocentrum sp.*, y *Prorocentrum sp.* fueron reportadas en Canadá en 1989 durante una Intoxicación amnésica por mariscos, por lo cual éstas especies deben ser consideradas como de alta peligrosidad, donde el monitoreo constante es necesario, (Martín, *et al.*, 1996).

En la **gráfica 6** se ilustra el comportamiento en los muestreos de Dinophysis caudata realizados durante los meses de marzo '96 a marzo '97. La concentración de D. caudata durante los meses de marzo '96 a diciembre '96 se encontró en un rango de 0 a 1 célula/l de muestra. Durante los meses de enero a marzo '97 se observó un incremento acelerado que inicia con un promedio de 4.90 células/l en el mes de enero y 11.50 células/l en el mes de marzo '97, donde alcanzó su punto máximo en relación a los muestreos realizados.

La ocurrencia mayor en relación a los puntos de muestreo B, C y D podría estar relacionada con los parámetros ambientales de temperatura, fosfatos y nitratos presentes en ésta área y a la presencia de barcos en éstas partes donde cargan y descargan productos que muchas veces caen al agua como por ejemplo fertilizantes, los cuales pueden contribuir a un florecimiento por la abundancia de nutrientes.

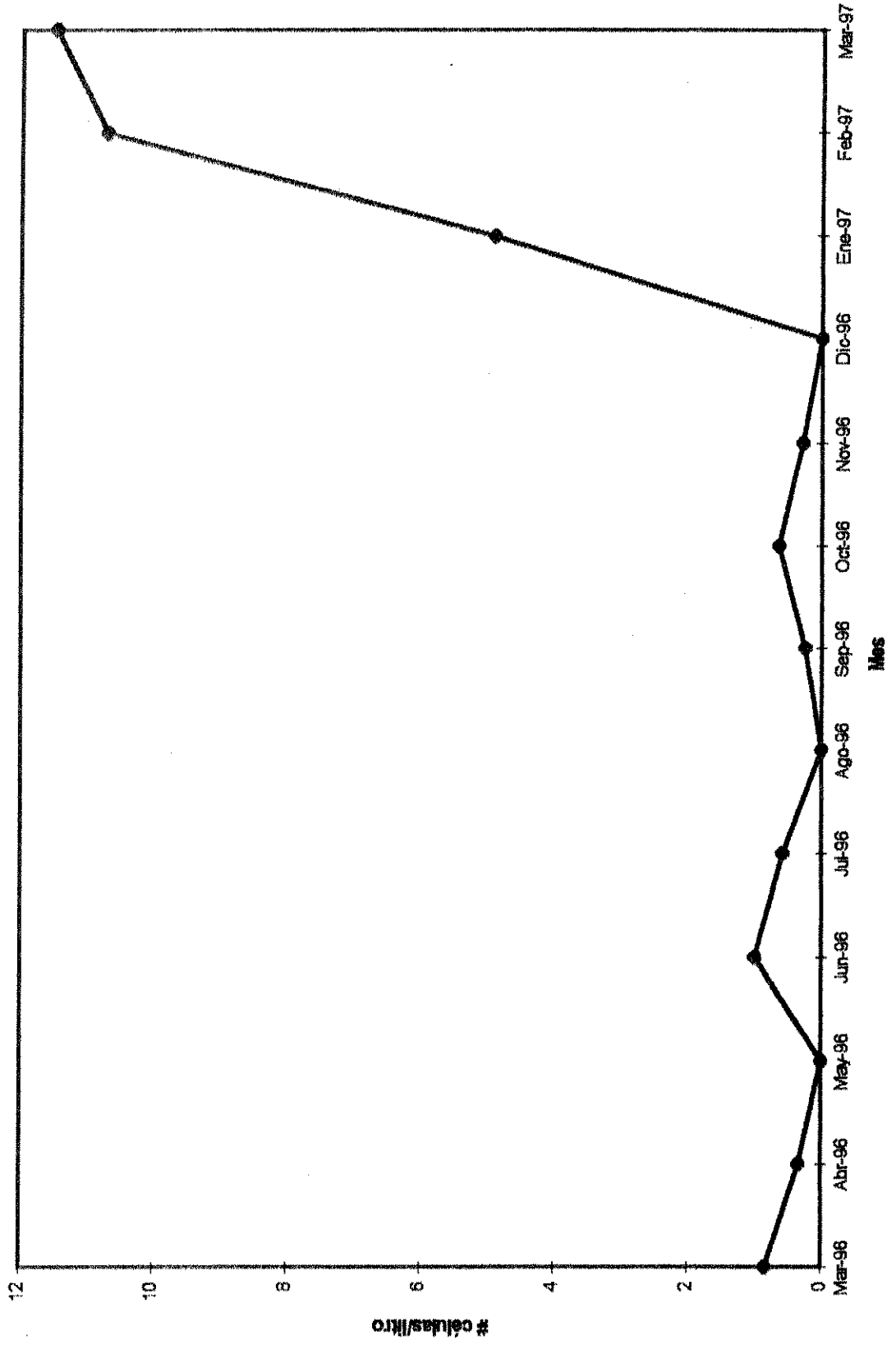
El florecimiento de Dinophysis puede estar también asociado al grupo de los Prorocentrales según el investigador Shimizu (1986), lo cual podrá servir para evaluar su crecimiento poblacional en futuras investigaciones ya que Prorocentrum gracile ha sido una de las especies más frecuentes en los muestreos realizados.

P. gracile en el mes de marzo '96, promedió muy bajo con 67.71 organismos/l de muestra. En el mes de abril se observó un promedio de 74.72 organismos/l (**gráfica 7**). En los siguientes meses de muestreo P. gracile se encontró en una forma muy variante teniendo una alta ocurrencia principalmente en el mes de mayo y posteriormente hasta el mes de marzo '97. Es probable que la ocurrencia de lluvias en el mes de mayo y la combinación de factores como nutrientes por medio de productos de los barcos en Puerto Quetzal, ayudó a su crecimiento poblacional, (**gráfica 7**).

GRAFICA 6

Concentración de Dinophysis caudata

Puerto Quetzal, San José, Escuintla.



Si bien P. gracile no ha sido citado como organismo tóxico, éste organismo pertenece a los Prorocentrales los cuales están asociados a toxinas solubles en lípidos y puede ocasionar problema al acumularse en el hepatopáncreas de moluscos bivalvos. Por eso es importante realizar análisis de tejidos de bivalvos para determinar la presencia o ausencia de toxinas.

Las toxinas de los Prorocentrales están asociadas con envenenamiento diarreico por mariscos y es posible que también con ciguatera. Es un síndrome exclusivo de áreas tropicales, causada por el consumo de pescados herbívoros de los arrecifes y pescados carnívoros que se han alimentado de herbívoros, (Steidinger y Roberts, 1990).

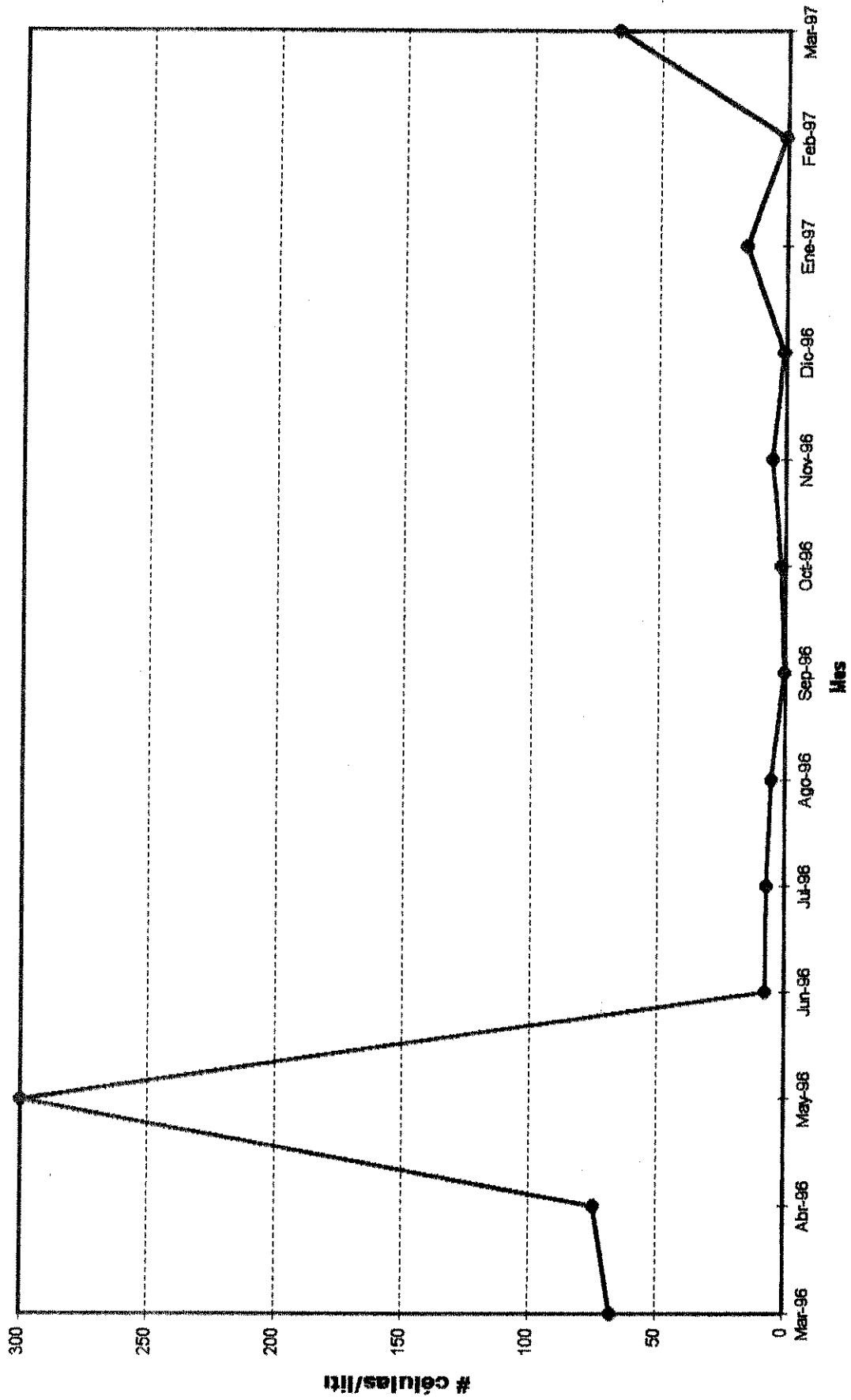
La ciguatoxinas que causan la ciguatera, produce síntomas como: náuseas, trastornos gastrointestinales y problemas neurológicos como parestesia en labios, lengua, garganta y extremidades, así como la inversión de la sensación entre frío y caliente. Los efectos son de larga duración ya que las toxinas quedan en el organismo mucho tiempo y pueden producir recurrencia de síntomas en semanas o meses después de la intoxicación. En algunos casos el consumo de alcohol precipita la recurrencia, (Sherwood Hall, 1990).

No es conocido con exactitud si Prorocentrum gracile, aún perteneciendo a los Prorocentrales posee el mismo tipo de toxina que Prorocentrum concavum, P. lima, P. minimum, P. mexicanum, en los cuales si está confirmada su toxicidad. Aunque éste organismo no se considera como tóxico es importante monitorearlo para prevenir intoxicaciones futuras durante florecimientos de marea roja.

Gonyaulax verior es un organismo conocido como no tóxico, la literatura no lo cita como causante de florecimientos nocivos, aún a pesar de pertenecer al género Gonyaulax, donde la mayoría de especies como: Gonyaulax catenella, G. balechii, G. conjuncta, G. excavata, G. tamarensis, que poseen gonyaulatoxinas, asociadas a intoxicación paralítica por mariscos ya que son filtradas por mejillones en el hepatopáncreas.

GRAFICA 7

Concentración de *Prococtrum gracile*  
Puerto Quetzal, San José, Escuintla.



En éste estudio como se observa en la **gráfica 8**, Gonyaulax verior representa una ocurrencia muy baja en relación a las otras especies, en el mes de marzo '96 y marzo '97 (Gráfica 19 a la 31), se encontró el mayor número de organismos por litro de muestra. La presencia principalmente en éstos meses se debe a la temperatura, salinidad y luz ocurrente en éstos meses.

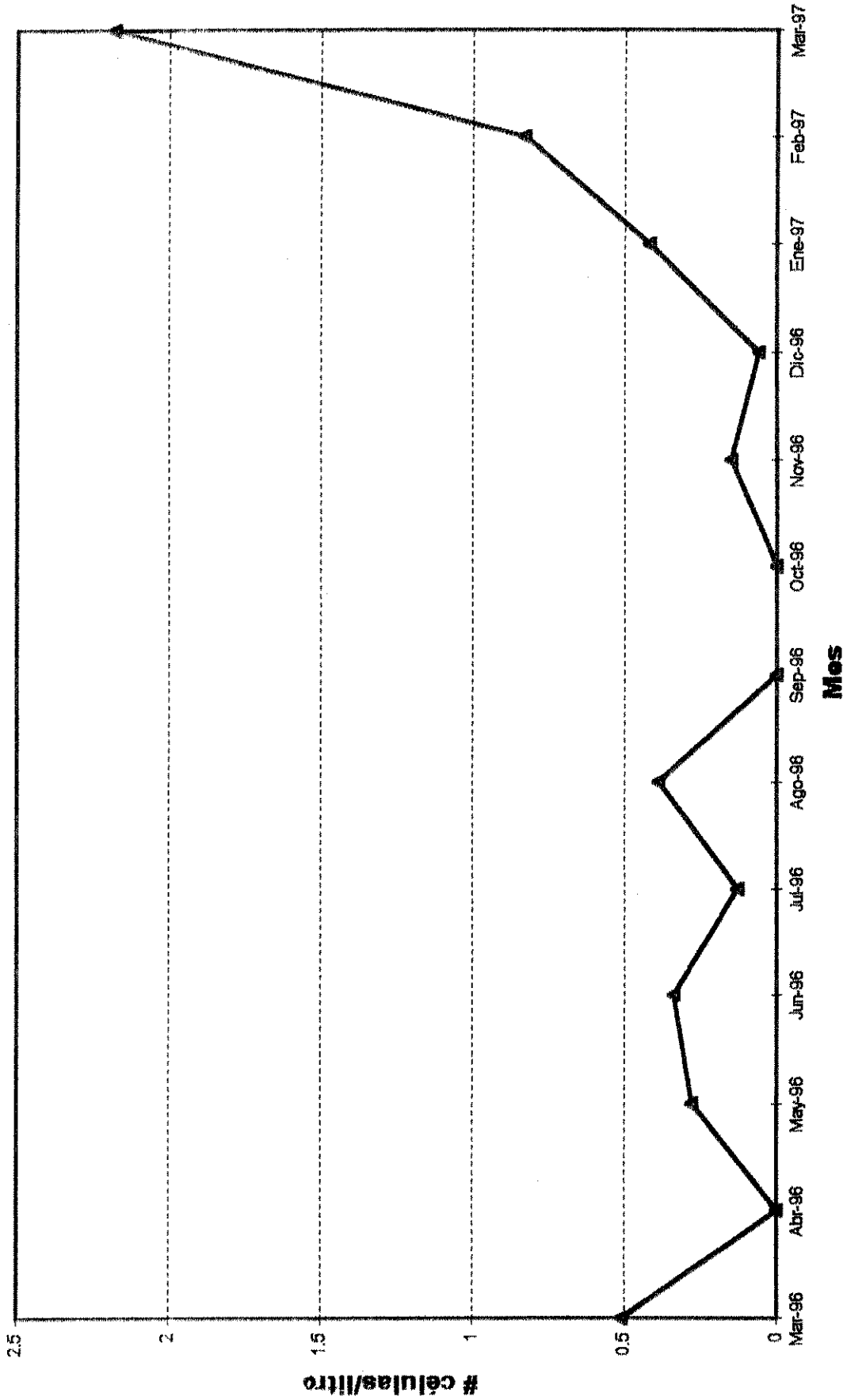
Gymnodinium breve, es un dinoflagelado peligroso ya que contiene neurotoxinas, que lo catalogan como de alta peligrosidad por las reacciones que ha provocado en personas y peces. Debe mencionarse que éste organismo ha sido el causante de numerosas mareas rojas y de mortalidad masiva de peces, también ha intervenido en intoxicaciones humanas consecutivas a la ingestión de mariscos, pero no contiene el veneno de la intoxicación paralítica por mariscos, (IPM). Aunque la sintomatología comprende trastornos neurológicos, como: parestesias, los hallazgos clínicos no son característicos de IPM, y los casos fueron calificados de Intoxicación neurológica por mariscos, (Hughes, 1979).

La **gráfica 9** ilustra la distribución de Gymnodinium breve durante el período de muestreo de marzo '96 a marzo '97, donde puede observarse una variabilidad en el número de células/l monitoreadas en los meses de marzo a mayo '96 en un rango amplio entre los 0.35 a 1.80 organismos/l disminuyendo drásticamente a 0 organismos/l en los meses de junio a diciembre, debido al incremento de lluvias que disminuyó la concentración de sales disueltas (gráfica 15) y a los cambios de temperatura (gráfica 14).

El comportamiento en la concentración de organismos en los siguientes meses fué menor que los monitoreados durante marzo '96 a mayo '96 ya que se encontró en un rango de 0.3 a 0.85 org/l muy probablemente está relacionado a la concentración media de fosfatos que se incrementó durante éstos meses (gráfica 11) y a un aumento en la concentración de oxígeno disuelto que se encontraba en saturación (gráfica 13).

GRAFICA 8

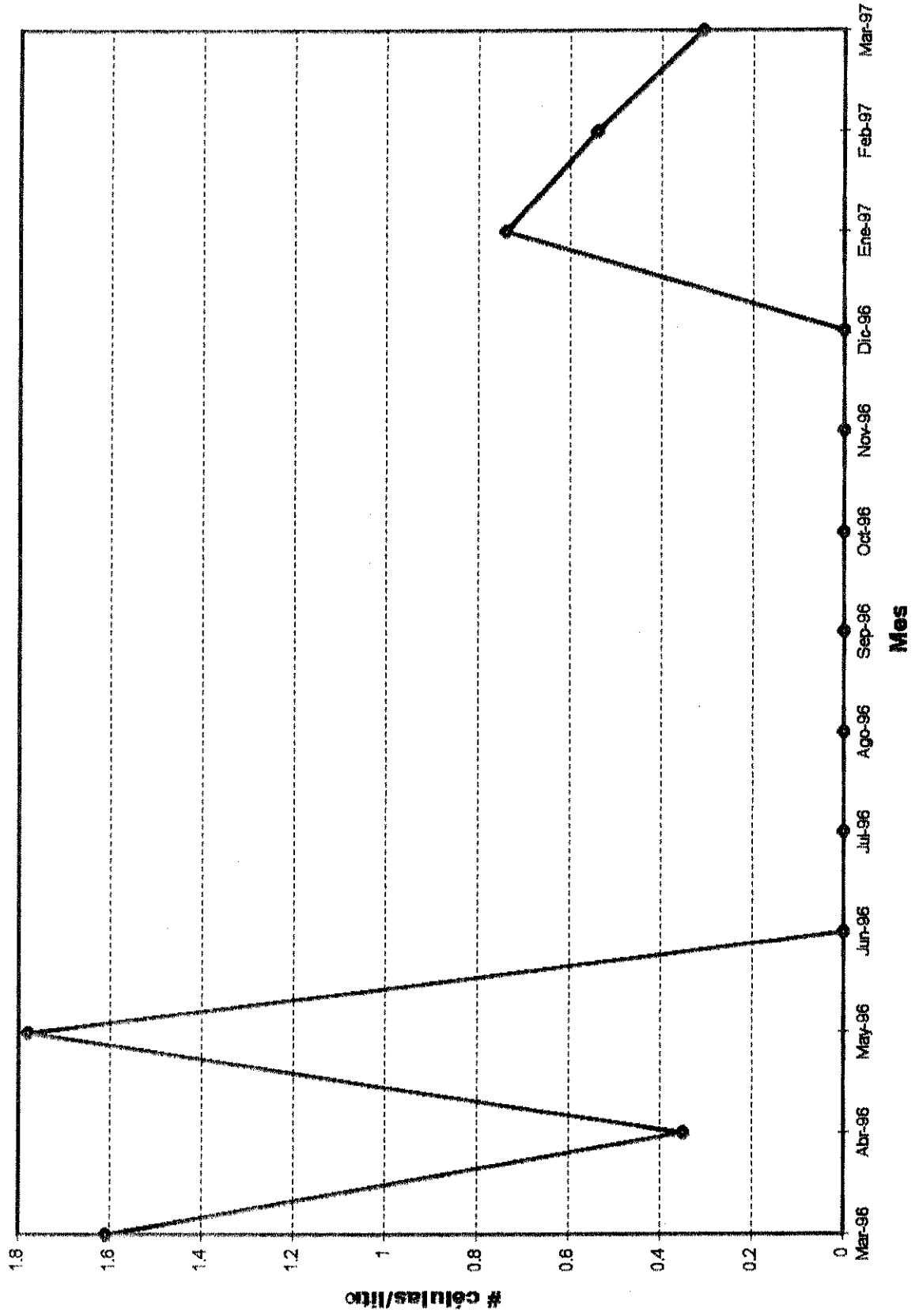
Concentración de Gonyaulax verior  
Puerto Quetzal, San José, Escuintla.



GRAFICA 9

Concentración de *Gymnodinium breve*

Puerto Quetzal, San José, Escauintla.





Gymnodinium fungiforme no se ha reportado como un organismo causante de florecimientos nocivos de algas tóxicas y la literatura no lo cita como un organismo peligroso, su presencia en las muestras ha sido muy baja. Está presente en el mes de marzo '96 con un promedio total de 0.06 organismos/l únicamente en el punto D de muestreo. De abril a junio no se observó, (anexo 5).

Pyrodinium bahamense var. compressum, es un organismo que mide 20 um de ancho, nadan en forma de zig-zag tienen 35 placas de celulosa, son peligrosos por su toxicidad. En algunos países es tóxico pero para confirmar ésta toxina es necesario hacer cultivo o pruebas con animales de laboratorio.

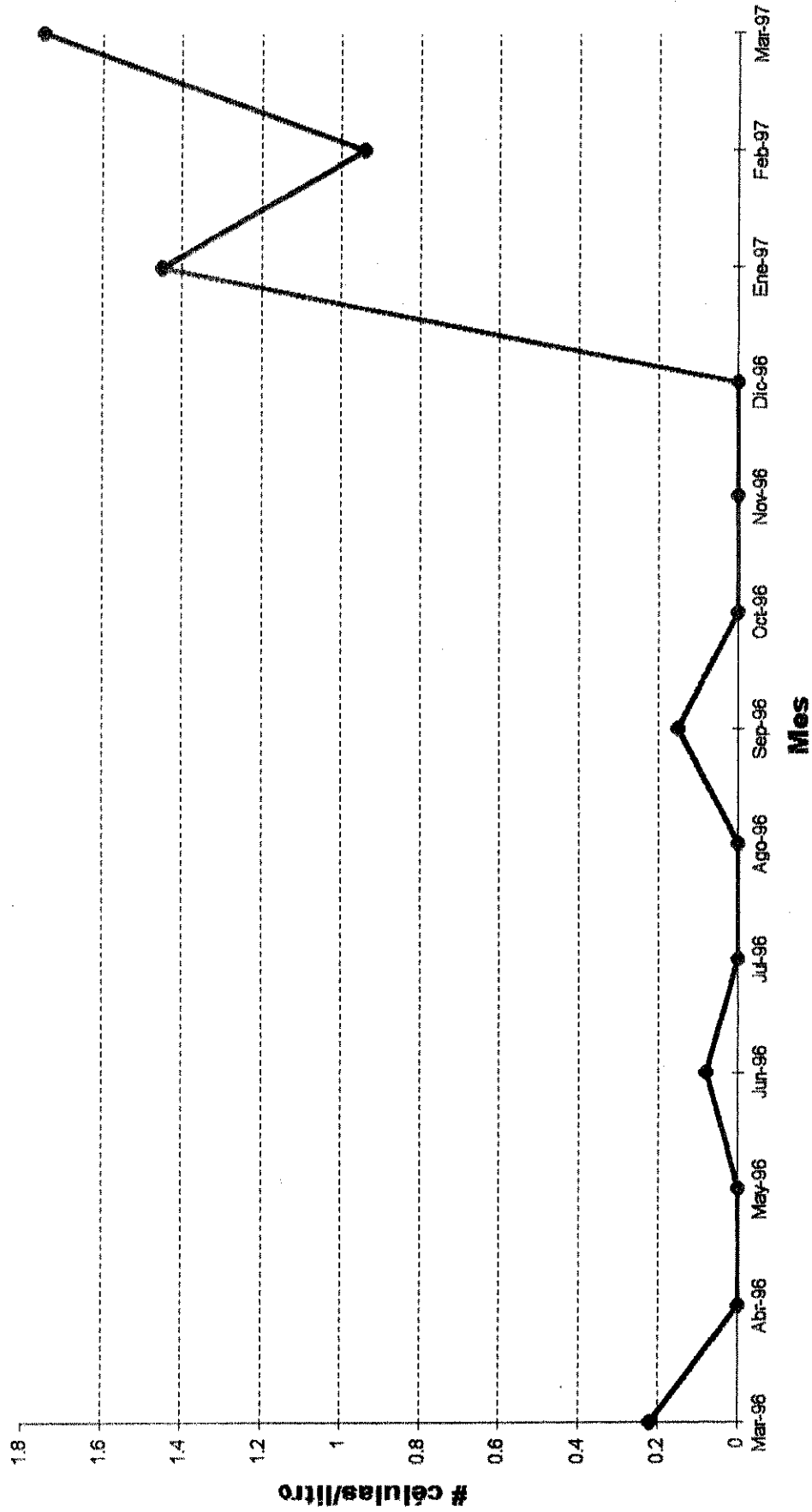
Este organismo en el día se encuentra a cierta profundidad. Ha sido reportado por el Dr. Fukuyo en el Puerto de Santo Tomás de Castilla en Guatemala, que en días soleados se encuentra a altas profundidades y en nublados a poca profundidad. Produce saxitoxinas que causa envenenamiento paralítico por mariscos. éste organismo fué el responsable de 26 pérdidas humanas en Champerico, Retalhuleu en 1987, (Rosales, L. 1989).

Durante el periodo de muestreo la concentración de Pyrodinium bahamense var. compressum no se reportó mayor a 2 organismos promedio por litro de muestra, en la mayoría de los meses monitoreados su ocurrencia se encontró en un rango de 0 a 1 organismo por litro. (gráfica 10).

Peridinium cinctum, Warnowia polyphemus, Podolampas bipes y Scrippsiella spinifera, son organismos que no han sido reportados como formadores de marea roja o asociados en florecimientos de algas tóxicas. Estos organismos se reportaron en muy bajas concentraciones a lo largo de los 13 meses muestreados.

GRAFICA 10

Concentración de Pyrodinium bahamense var. compressum  
Puerto Quezai, San José, Escuintla.



Los Protoperidinales identificados de marzo '96 a marzo '97 son: Protoperidinium bipes, Protoperidinium diabolus, Protoperidinium excentricum, y Protoperidinium conicum. Los protoperidinales son organismos muy importantes, han sido reportados por Halstead, W. y Shantz, E.J. (1984), como especies que se han encontrado en florecimientos que han afectado a organismos marinos, pero no se han encontrado en casos de intoxicación humana. Es necesario el continuo monitoreo de éstas especies y evaluar su comportamiento con otras especies del mismo género.

En lo que respecta a **parámetros físico- químicos y ambientales**. La distribución de los fosfatos no es uniforme en Puerto Quetzal, (**gráfica 11**), hay diferencias en la distribución vertical, está relacionado a la estación del año. Es muy importante éste compuesto para el fitoplancton en los procesos de fotosíntesis. Las poblaciones de dinoflagelados aumentan cuando el fosfato sube en concentración ya que necesitan el consumo para el proceso fotosintético principalmente en los primeros niveles de la columna de agua donde la luz es un factor determinante, (anexo 6).

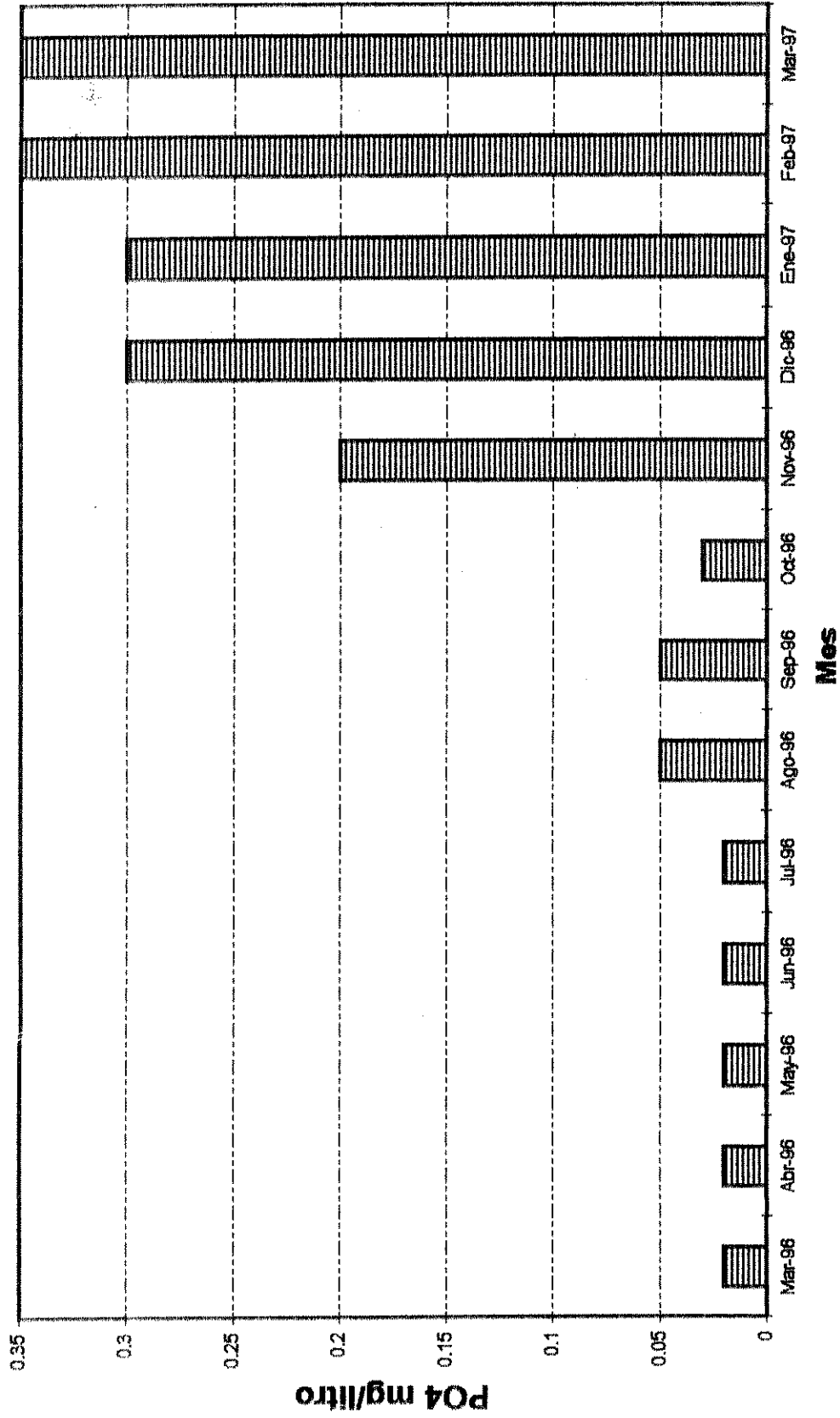
El fosfato no varió en las profundidades monitoreadas, (0, 1 y 2 metros), ya que al observar las poblaciones presentes constantemente en los puntos de muestreo de dinoflagelados, éstos no variaron considerablemente. A lo anterior debe de agregarse la intensidad lumínica a ésta profundidad que se mantuvo constante y muy poco variable en algunos meses de muestreo. El rango monitoreado de fosfato fué de 0.02 a 0.35 mg/l. (anexo 6).

Al igual que los fosfatos, los nitratos son conocidos como nutrientes y muchas veces existe un gran paralelismo entre éstos compuestos, debido a que ambas son muy importantes para el fitoplancton. Los nitratos son los más abundantes, sus máximas concentraciones en la superficie dependió de las cantidades de lluvias y de la intensidad lumínica debido a que la luz controla el fitoplancton y éste consume nitratos. Debe agregarse que la entrada de barcos con producto como fertilizantes en Puerto Quetzal, al caer en el agua en los puntos de muestreo: B,

GRAFICA 11

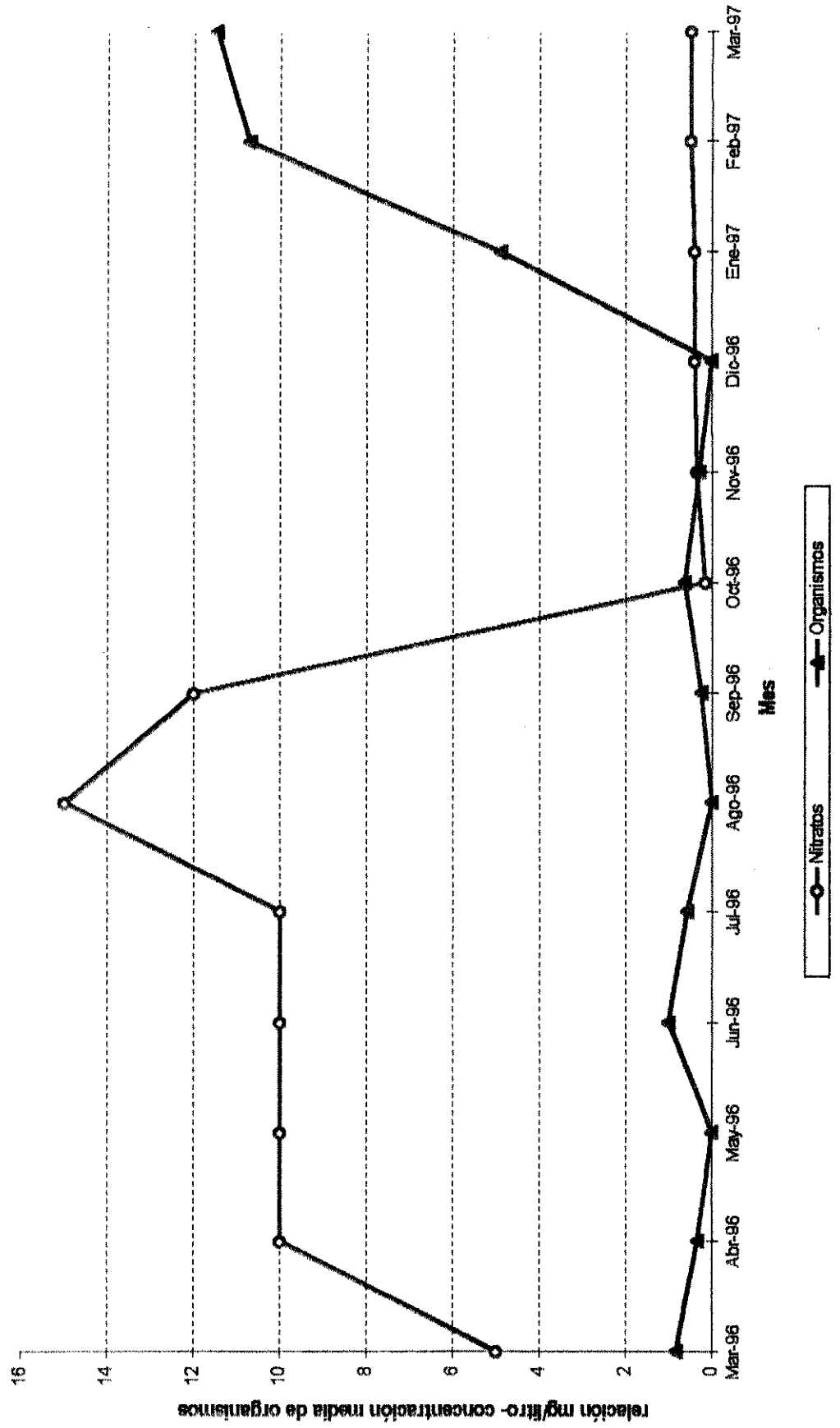
Concentración media de Fosfatos

Puerto Quetzal, San José, Escuintla.



GRAFICA 12

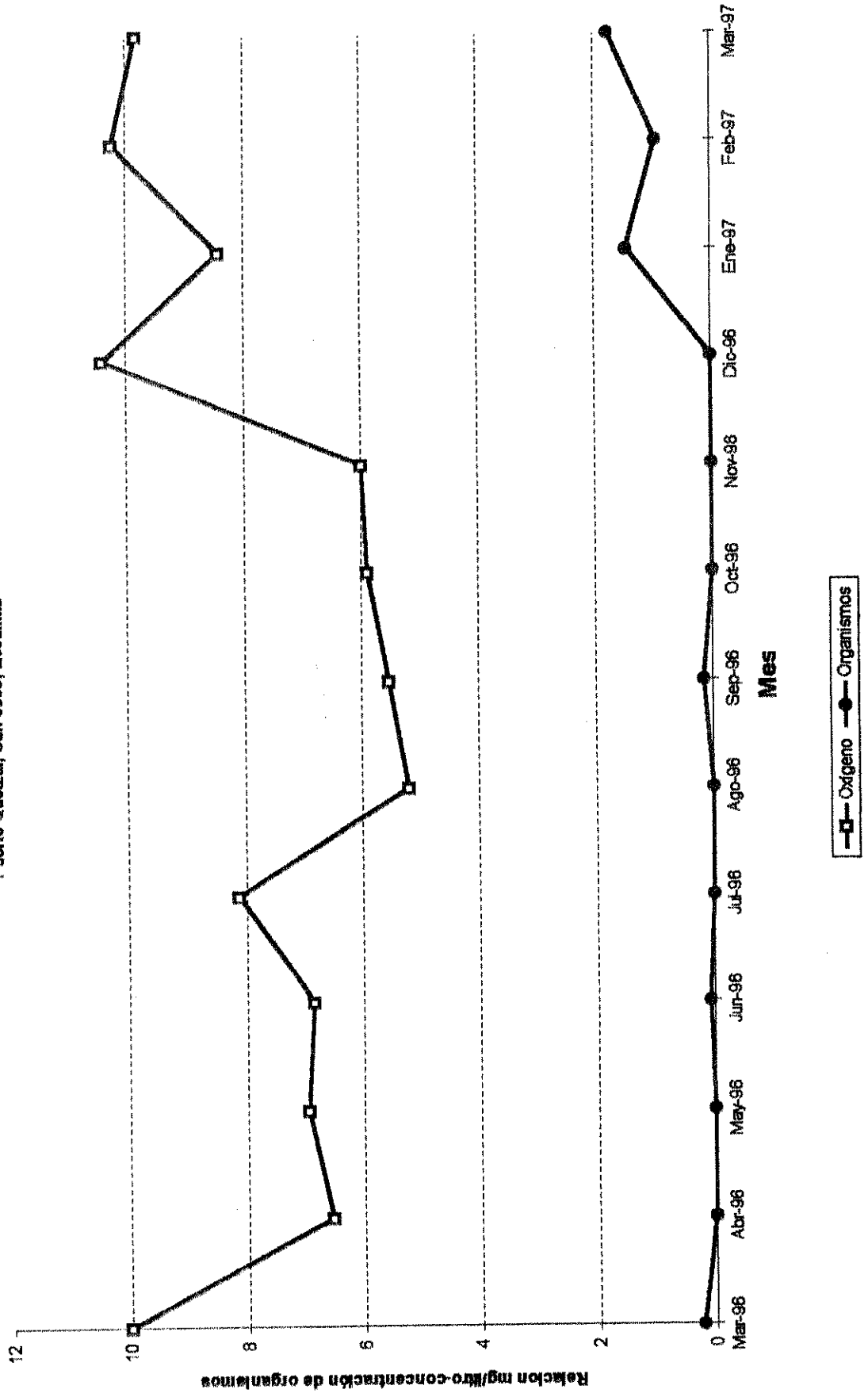
Relación Nitratos- Concentración media de *Dinophysis caudata*  
Puerto Quetzal, San José, Escuintla.



# GRAFICA 13

Relación oxígeno - concentración media de Pyrodinium bahamense var. compressum

Puerto Quezai, San José, Escuintla



C y D puede haber afectado la concentración de éstos compuestos, el rango observado en los 13 muestreos fué de 0.1 a 15 mg/l. (gráfica 12).

El oxígeno presente procede de la atmósfera o bien de la función fotosintética que realiza el fitoplancton, el oxígeno también está muy ligado a la función de regulación que tiene la temperatura, salinidad y el oleaje, que ayudó a la disolución del oxígeno en la columna de agua. Cuando aumentó la temperatura del agua de mar en algunos meses de estudio, los dinoflagelados presentes necesitaron mayor cantidad de oxígeno, sumándose la salinidad, el número de partículas en suspensión y el número de organismos necesitados de oxígeno disminuye las concentraciones de oxígeno disuelto lo que afectó el florecimiento de dinoflagelados en el área de estudio, durante los meses de agosto a noviembre, durante los otros meses monitoreados la concentración de oxígeno puede considerarse con saturación. (gráfica 13).

Las corrientes entrantes y salientes, la entrada de los barcos y el oleaje son parámetros ambientales regulatorios en la concentración de oxígeno disuelto (anexo 6).

En la gráfica 14 puede observarse como la temperatura del agua en Puerto Quetzal, se encontró en un rango general de 26°C a 30°C, la temperatura promedio para la costa del Pacífico de Guatemala es de 27°C. La variabilidad de la temperatura está relacionada en los últimos meses con los movimientos de inicio del fenómeno del Niño, movimientos de agua que se están presentando, por corrientes entrantes y cambios muy importantes de temperatura que fueron reportados por NOAA (National Oceanographic Atmospheric Administration), en la costa del Pacífico de Guatemala con ubicación frente a Puerto Champerico, San José y Puerto Quetzal, donde varió la temperatura 3°C. (Sánchez, E., comunicación personal, INSIVUMEH).

La topografía sub- marina presente, en la costa de Puerto Quetzal, en la cual se encuentra una fosa de 3,500 metros de profundidad frente a Puerto San José con un diámetro muy amplio que cubre también a Puerto Quetzal, donde existe un lecho oceánico o acomodamiento de placas oceánicas que producen corrientes que van regulando las características térmicas en Puerto Quetzal, (Sánchez, E., comunicación personal, INSIVUMEH).

Debe de sumarse a lo anterior la radiación solar, la energía procedente por convección desde el fondo ya que por ser un lugar semi-cerrado donde no entra directa la masa de agua puede haber calentamiento y es muy probable que la variación de 3°C se sume ésta característica también y las actividades de trabajo de Puerto Quetzal como lo es la generación de energía eléctrica la que provoca cambios de temperatura en el agua no mayores de 3°C. La diferencia de temperatura en la distribución vertical no es mayor de 1 °C ya que las profundidades muestreadas no son muy diferenciadas (0,1 y 2 metros).

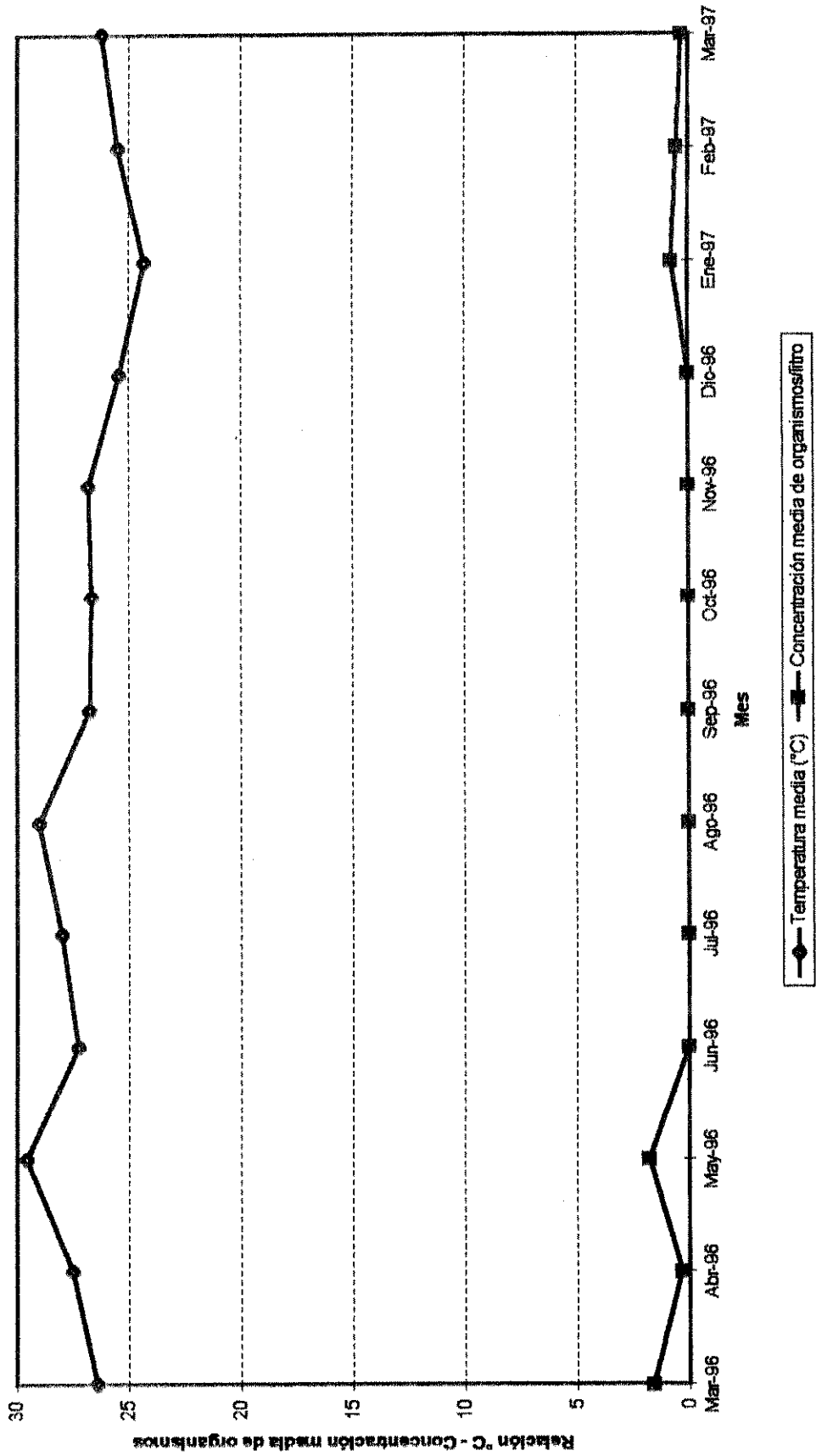
La salinidad fué constante existiendo una alta diferencia entre la época de lluvia y la época seca por el incremento de lluvias, el rango de salinidad se encontró en 16 a 40 partes por mil (gráfica 15).

El total de especies del phylum Pyrrophyta encontradas durante el período de muestreo fué de 25 distribuidas en 8 familias: Ceratiaceae, Dinophysiaceae, Gonyaulacaceae, Gymnodiniaceae, Prorocentraceae, Podolanpadaceae, Warnowiaceae y Calciodinellaceae. Durante el período de muestreo realizado en el presente trabajo no se reportó un aumento considerable cercanos a los indicadores de marea roja entre los rangos de 4,000 a 5,000 células por litro (anexo 5).



GRAFICA 14

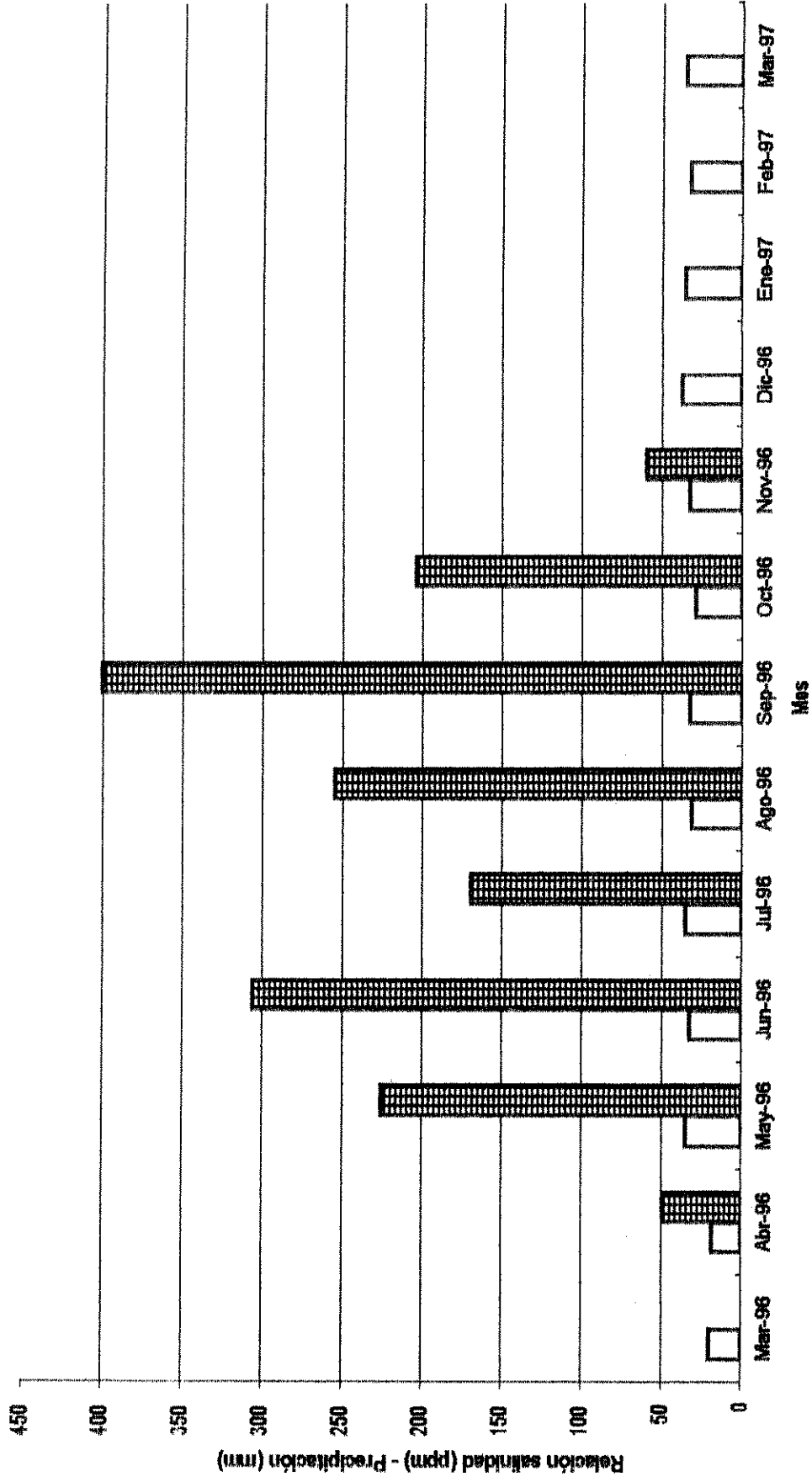
Relación Temperatura - Concentración media de Gymnodinium breve  
Puerto Quetzal, San José, Escuintla.



GRAFICA 15

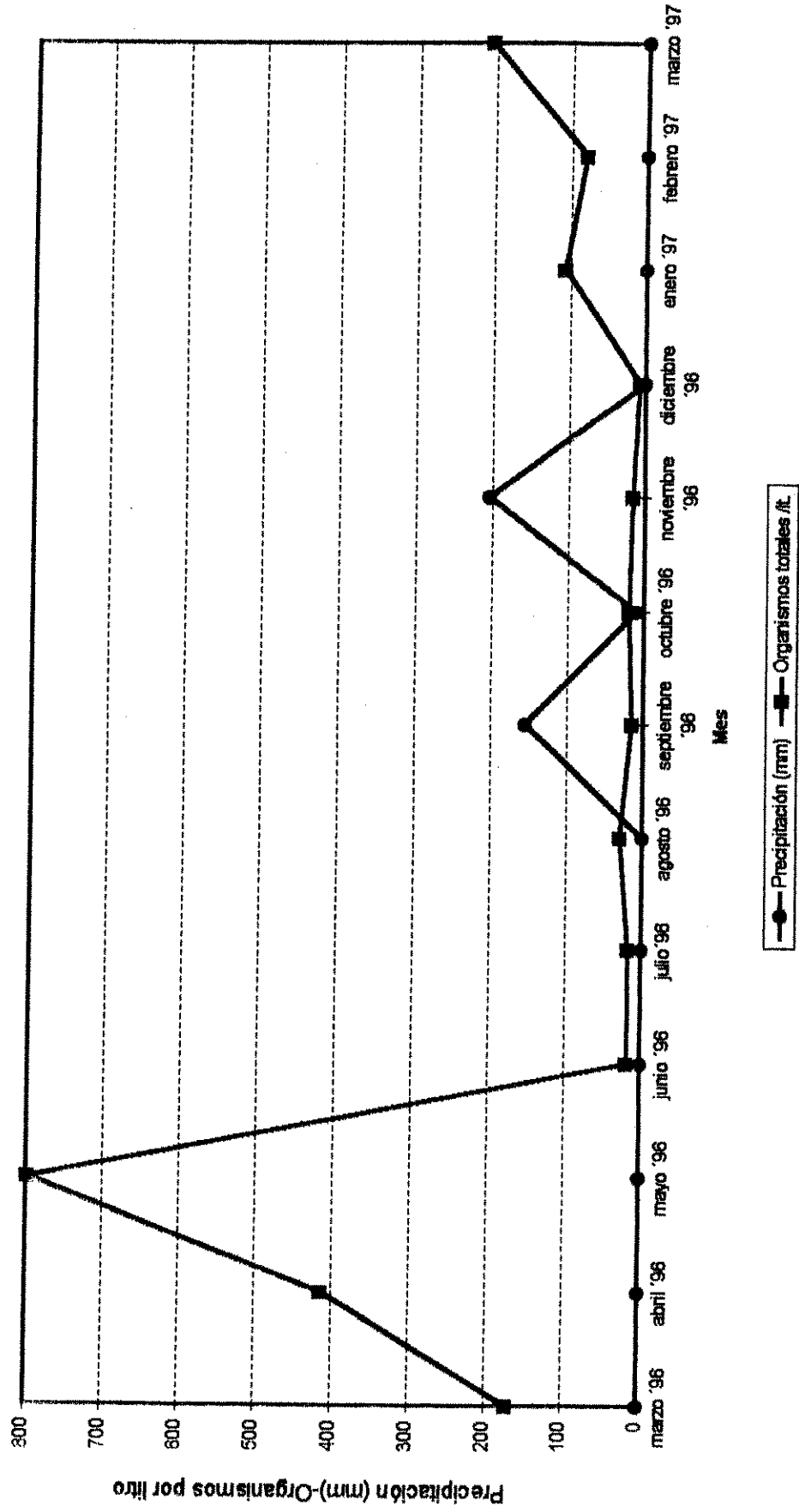
Relación Salinidad - Precipitación

Puerto Quetzal, San José, Escuintla.

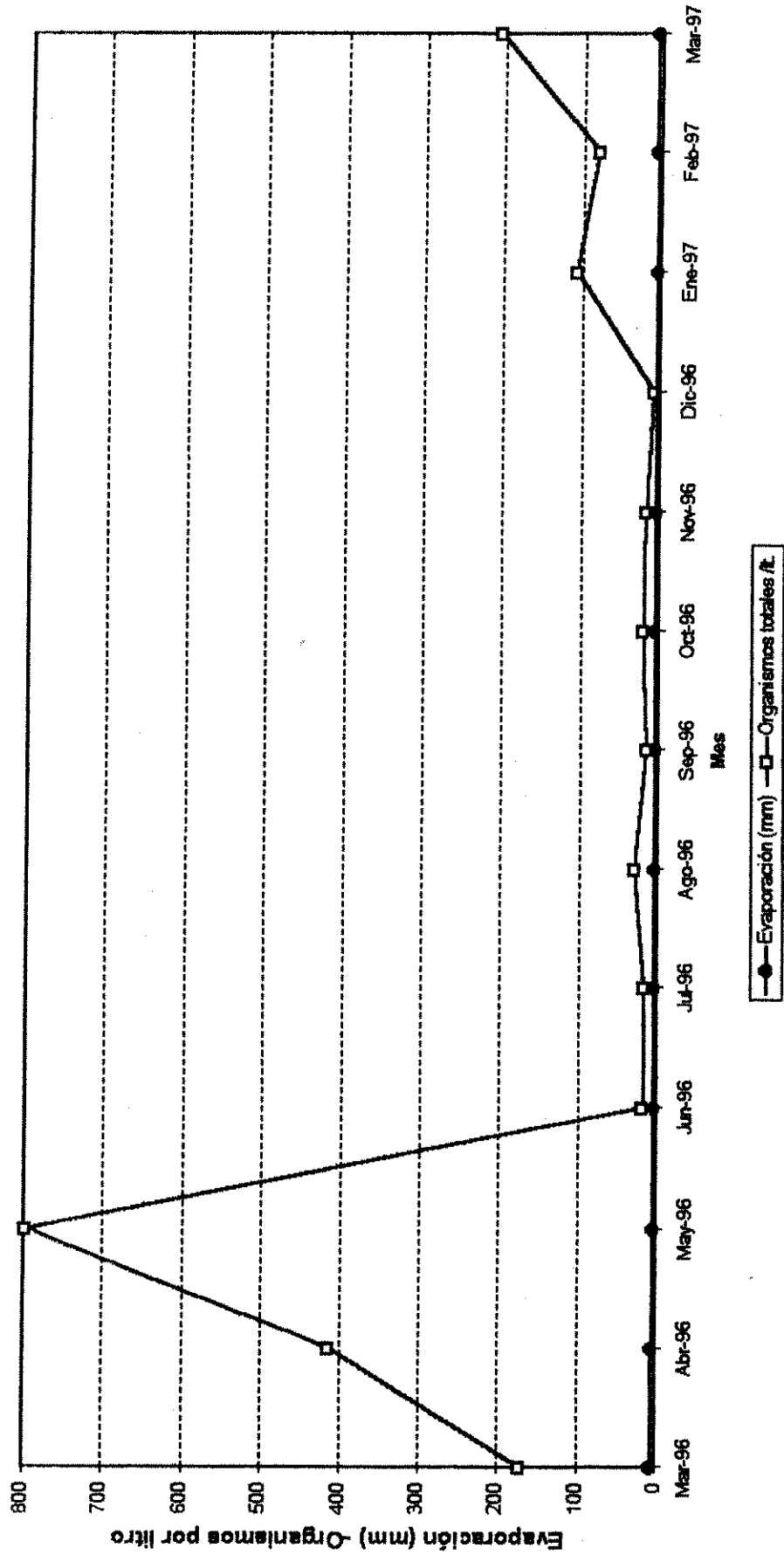


□ Salinidad      ▨ Precipitación

GRAFICA 16  
 Relación Precipitación (mm) - Organismos /l de muestra  
 Puerto Quezsal, San José, Escuintla

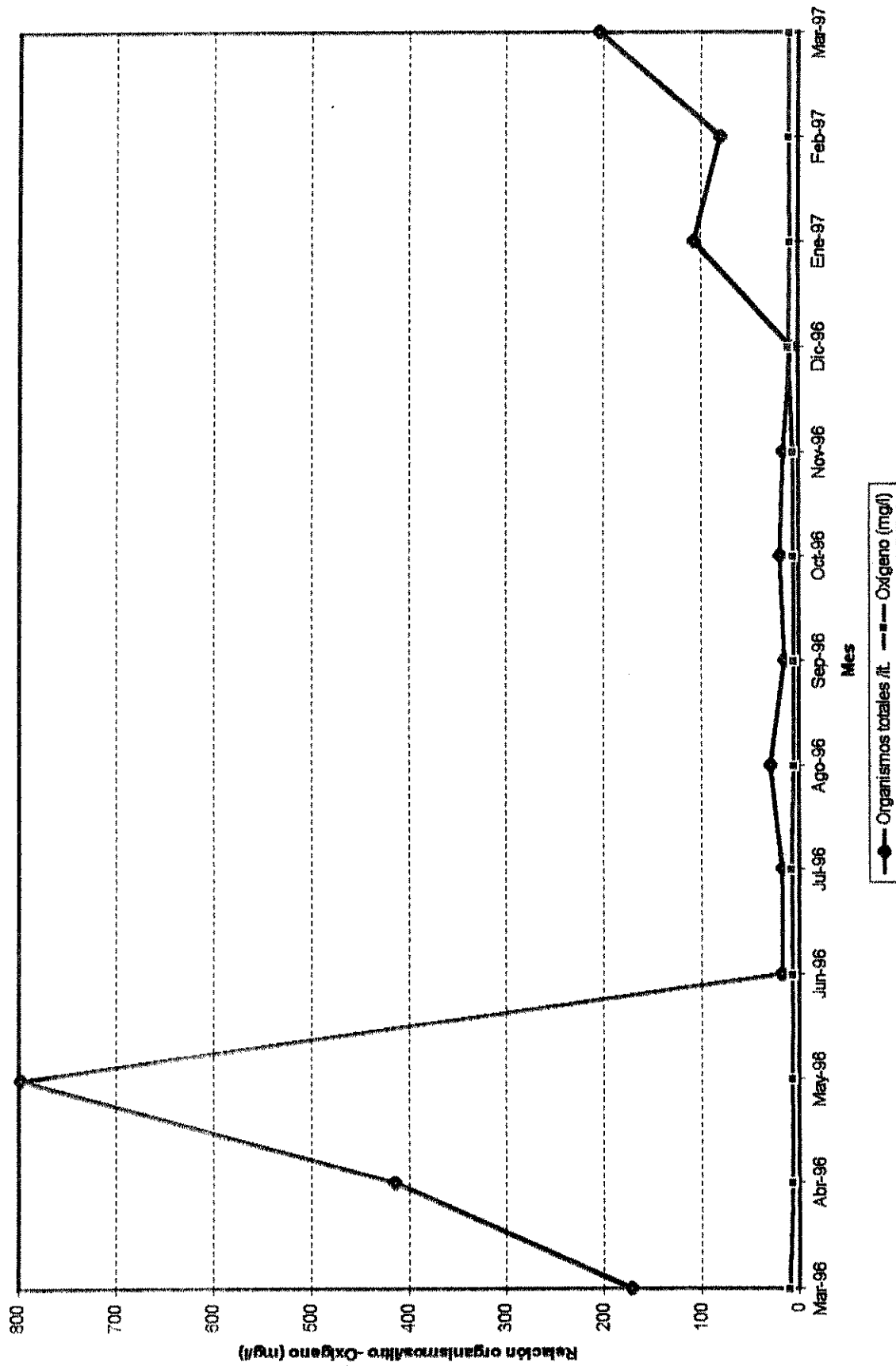


GRAFICA 17  
 Relación Evaporación - Organismos Totales  
 Puerto Oretzal, San José, Escuintla



# GRAFICA 18

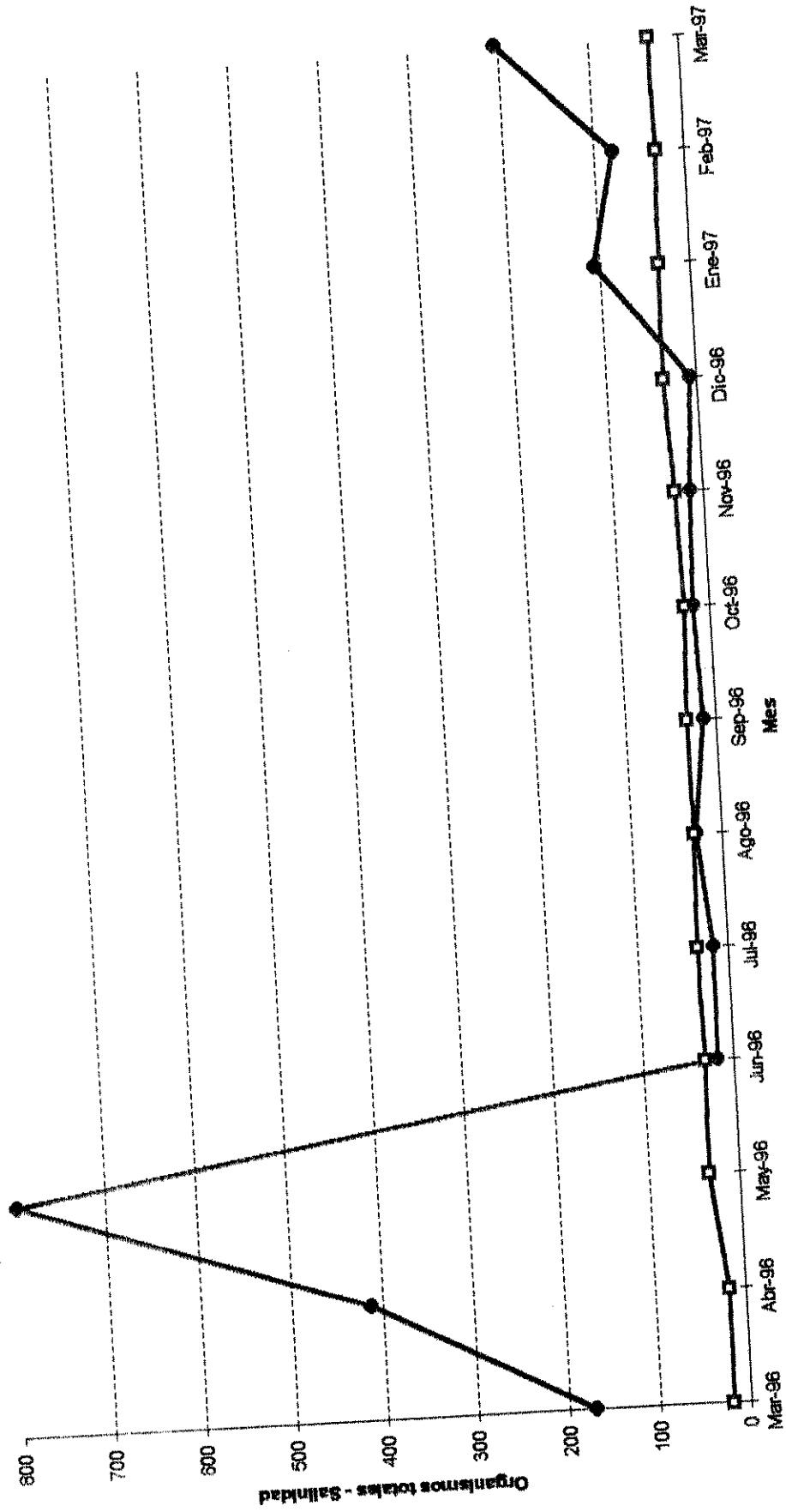
## Relación Organismos totales - Oxígeno mensual Puerto Quetzal, San José, Escuintla.



# GRAFICA 19

## Relación Organismos Totales - Salinidad mensual

Puerto Quetzal, San José, Escauintla.

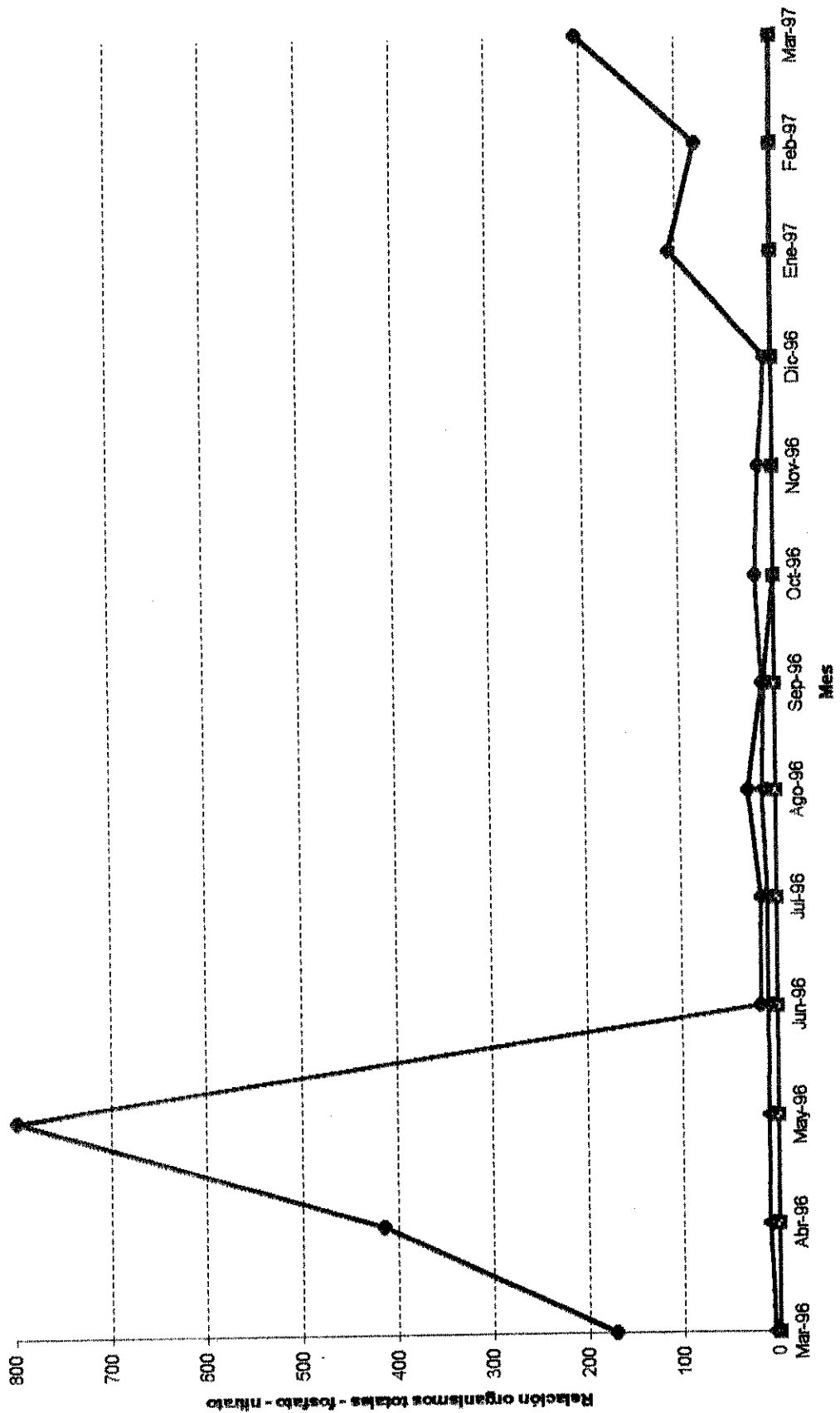


Organismos totales /ft. Salinidad (ppm)

GRAFICA 20

Relación de Fosfato - Nitrito - Organismos totales /litro

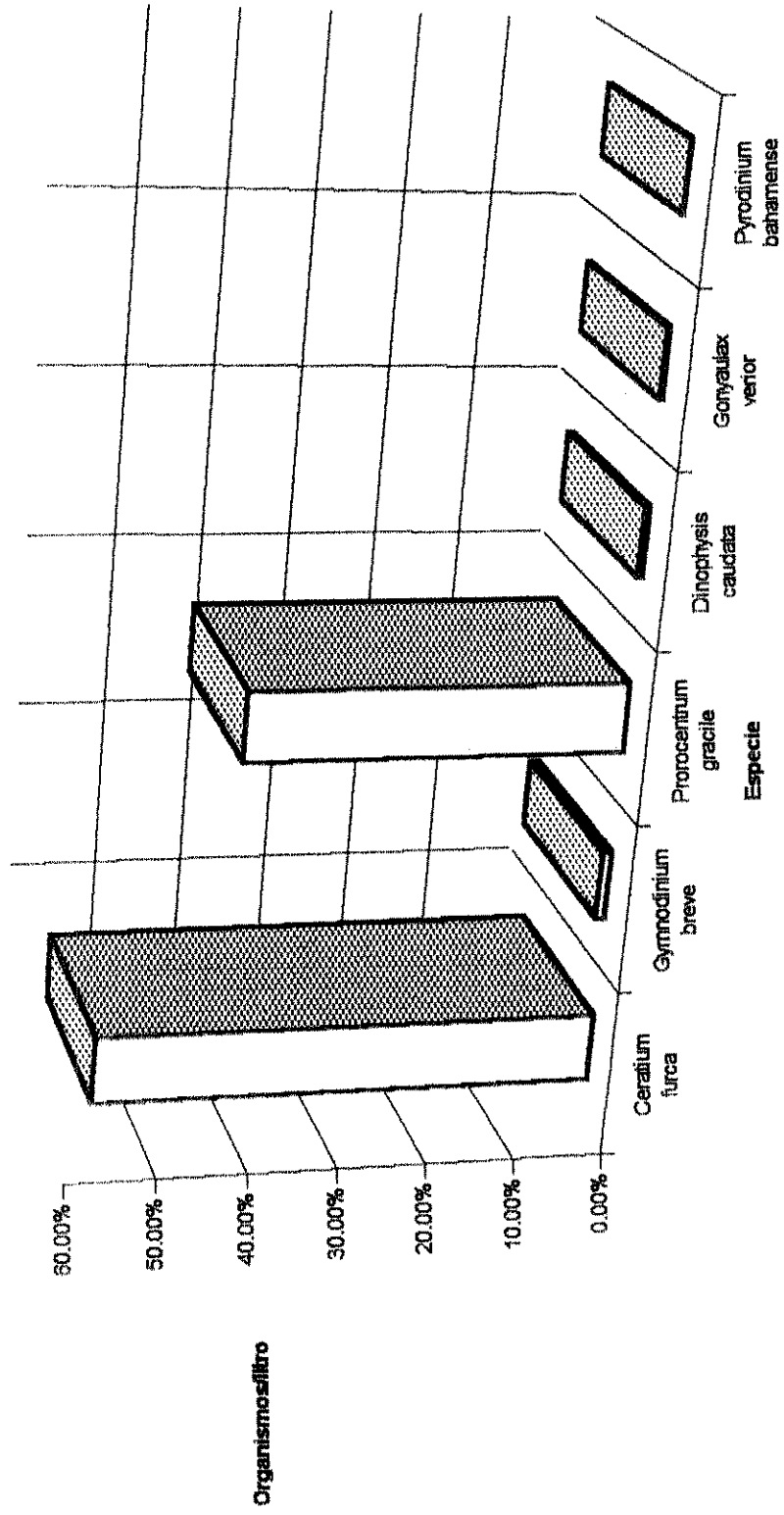
Puerto Quezajal, San José, Escuintla.



# GRAFICA 21

## Principales organismos muestreados Mes de Marzo '96

Puerto Quetzal, San José, Escauintla

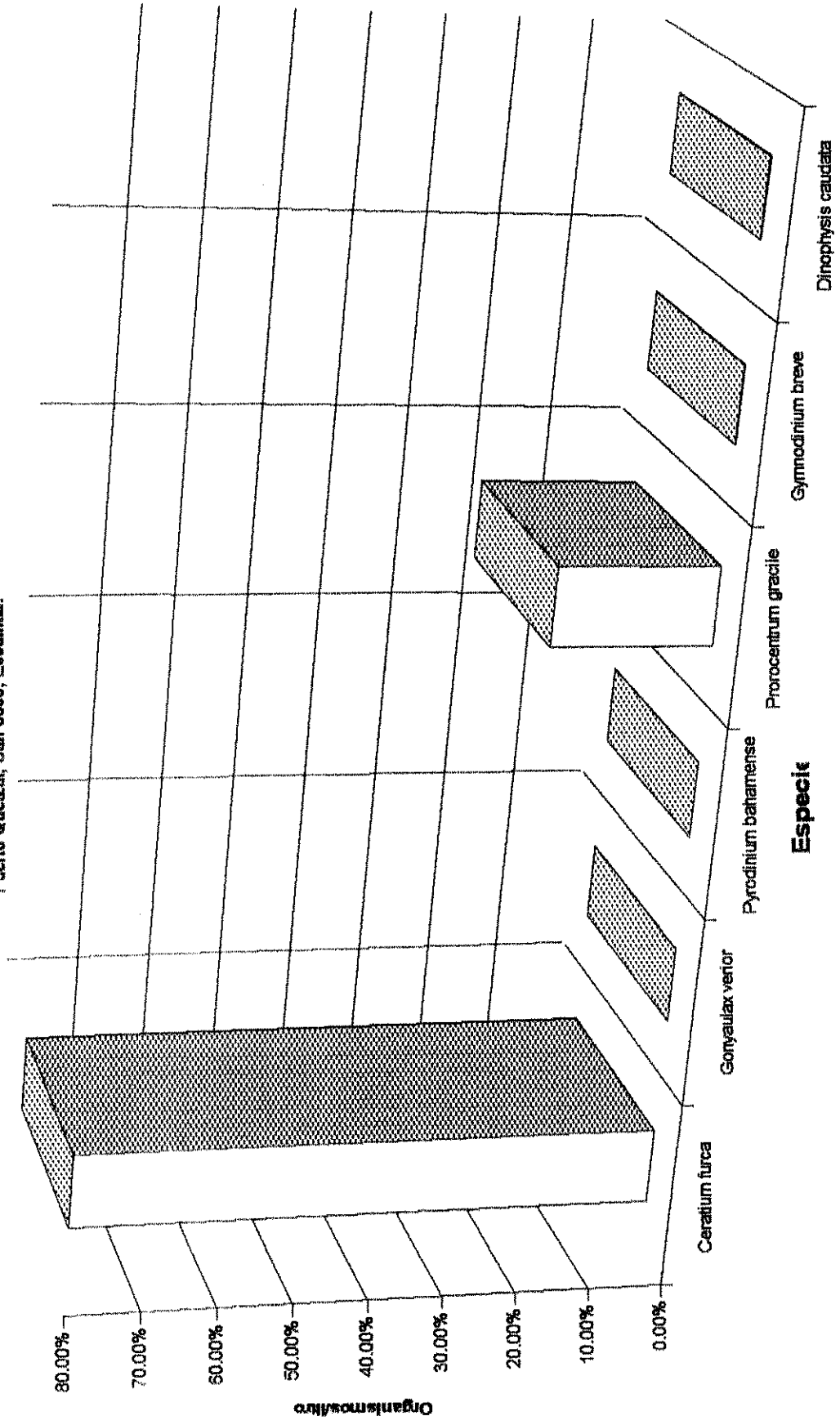




GRAFICA 22

Principales organismos muestreados, mes de Abril '96

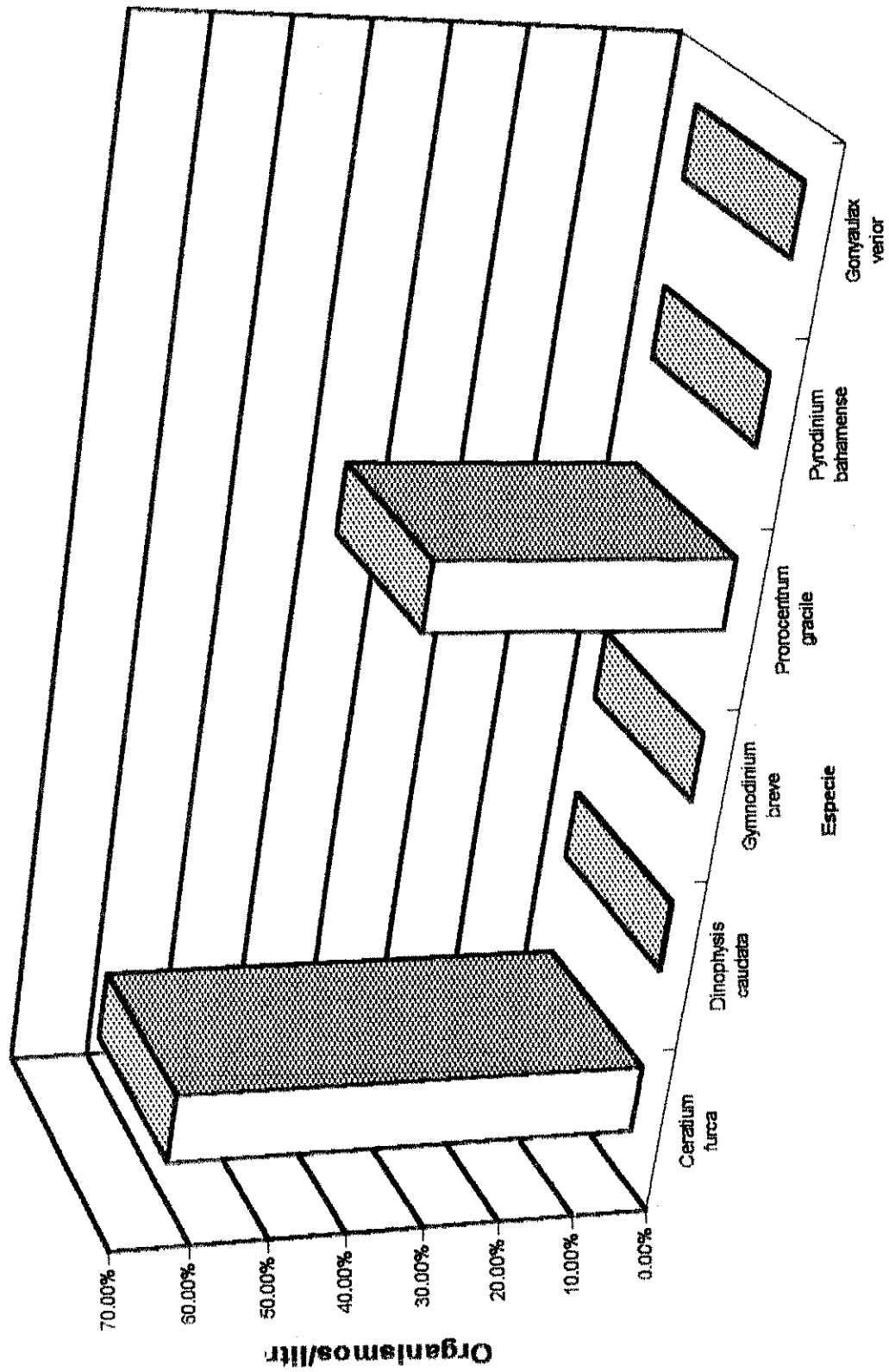
Puerto Quezazal, San José, Escuintla.



GRAFICA 23

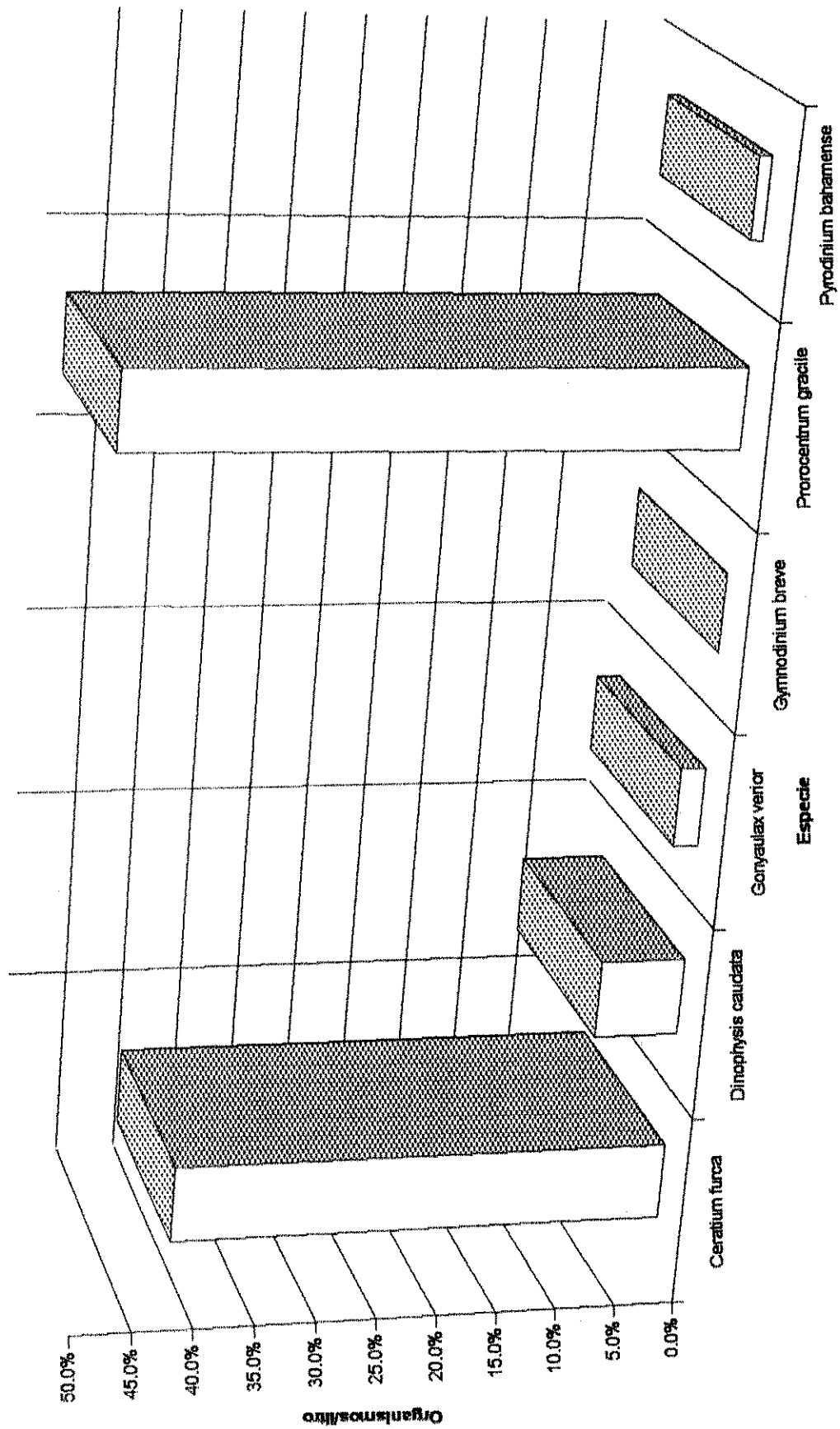
Principales organismos muestreados, mes de Mayo '96

Puerto Quezcal, San José, Escuintla.



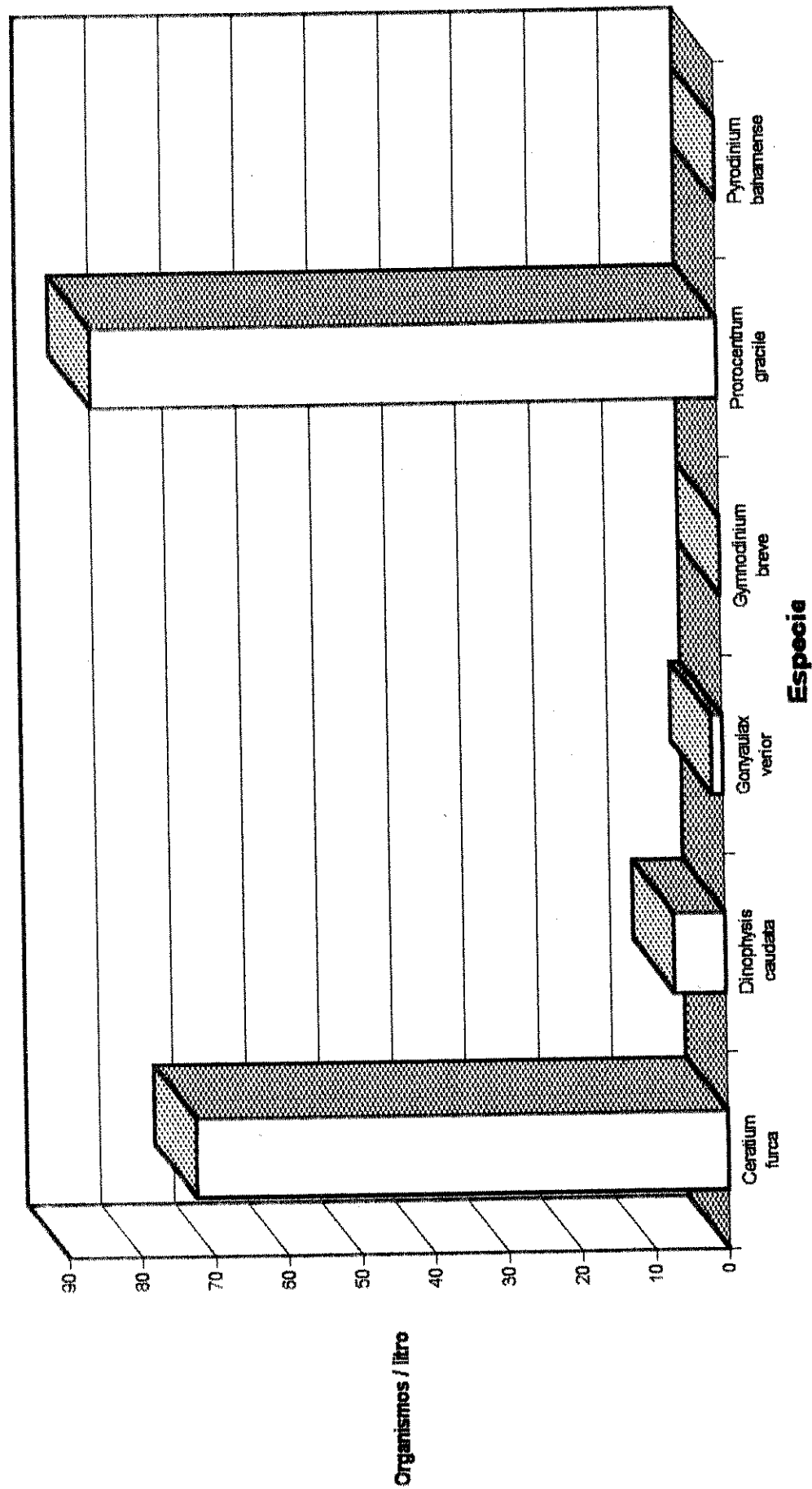
GRAFICA 24

Principales organismos muestreados, mes de Junio '96  
Puerto Quetzal, San José, Escauintla.



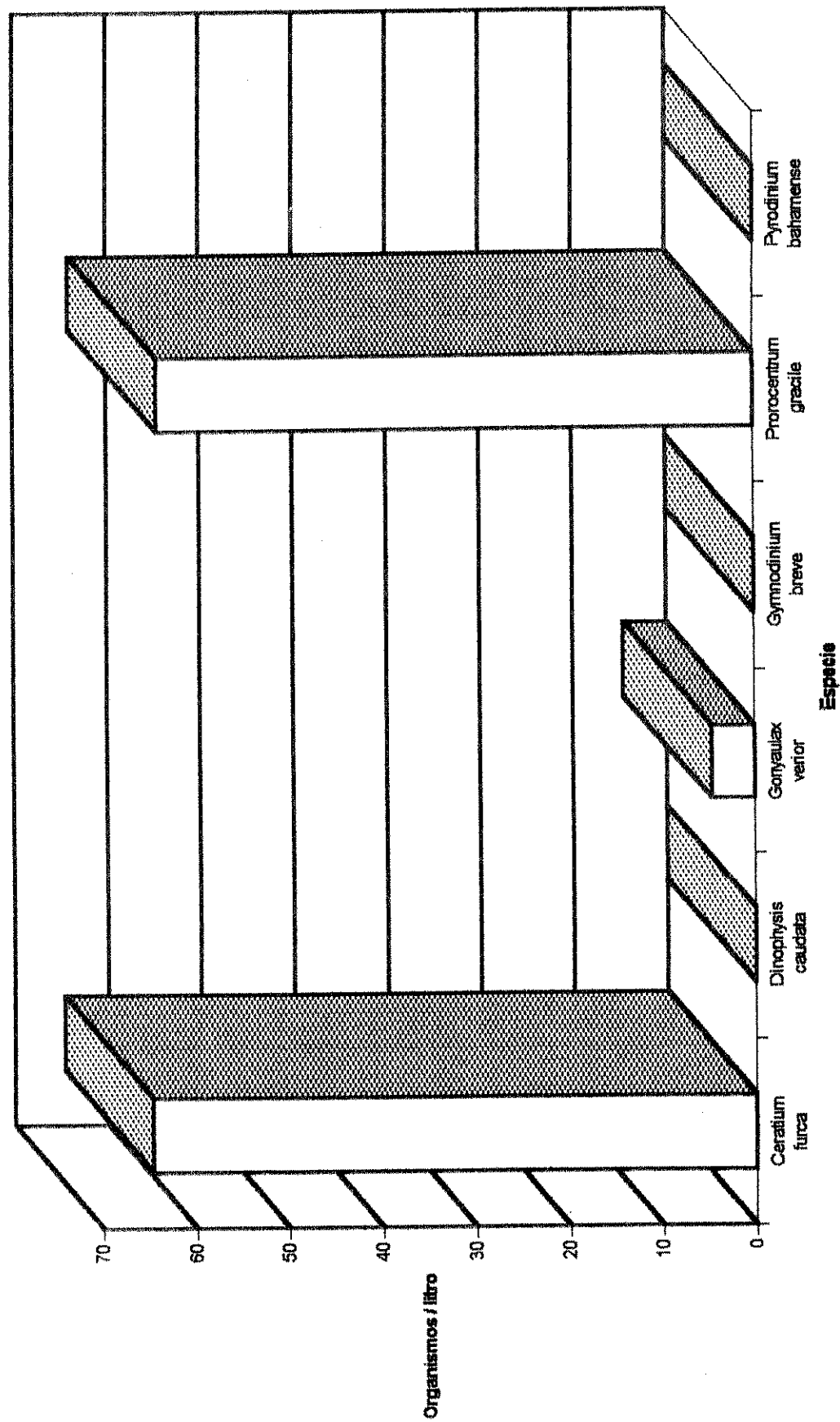
GRAFICA 25

Principales organismos muestreados, mes de Julio '96  
Puerto Quetzal, San José, Escauintla.



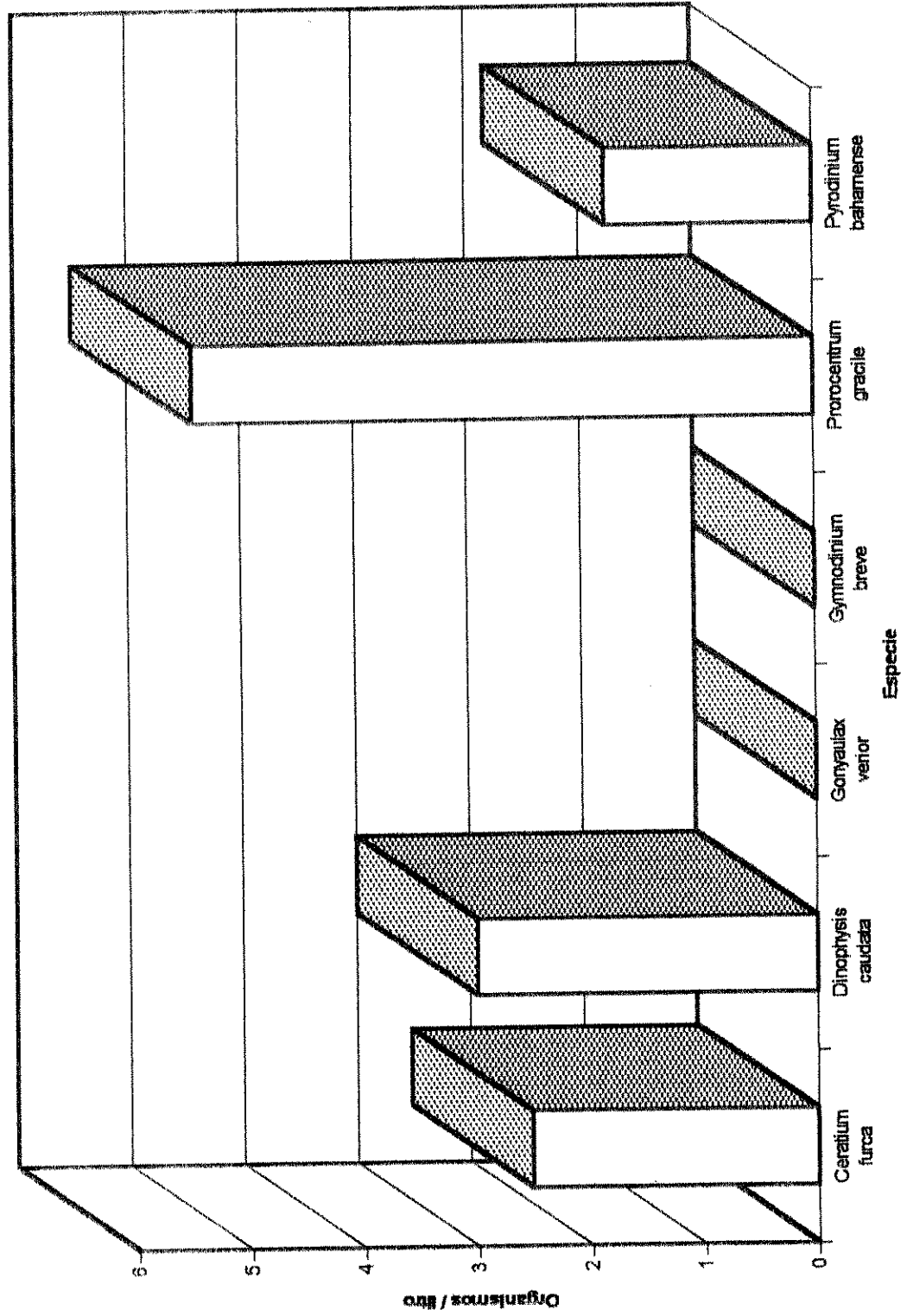
GRAFICA 26

Principales organismos muestreados, mes de Agosto '96  
Puerto Quezai, San José, Escuintla.



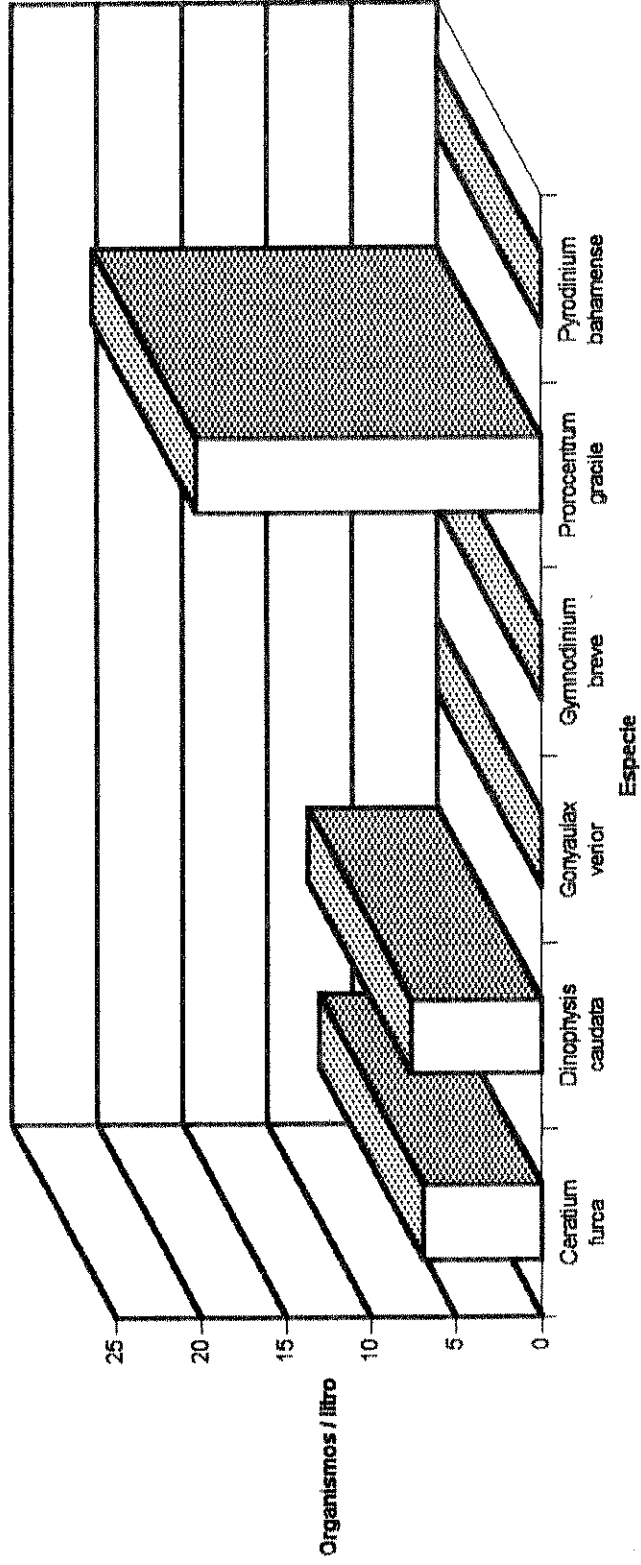
# GRAFICA 27

Principales organismos muestreados, mes de Septiembre '96  
Puerto Quezbal, San José, Escuintla.



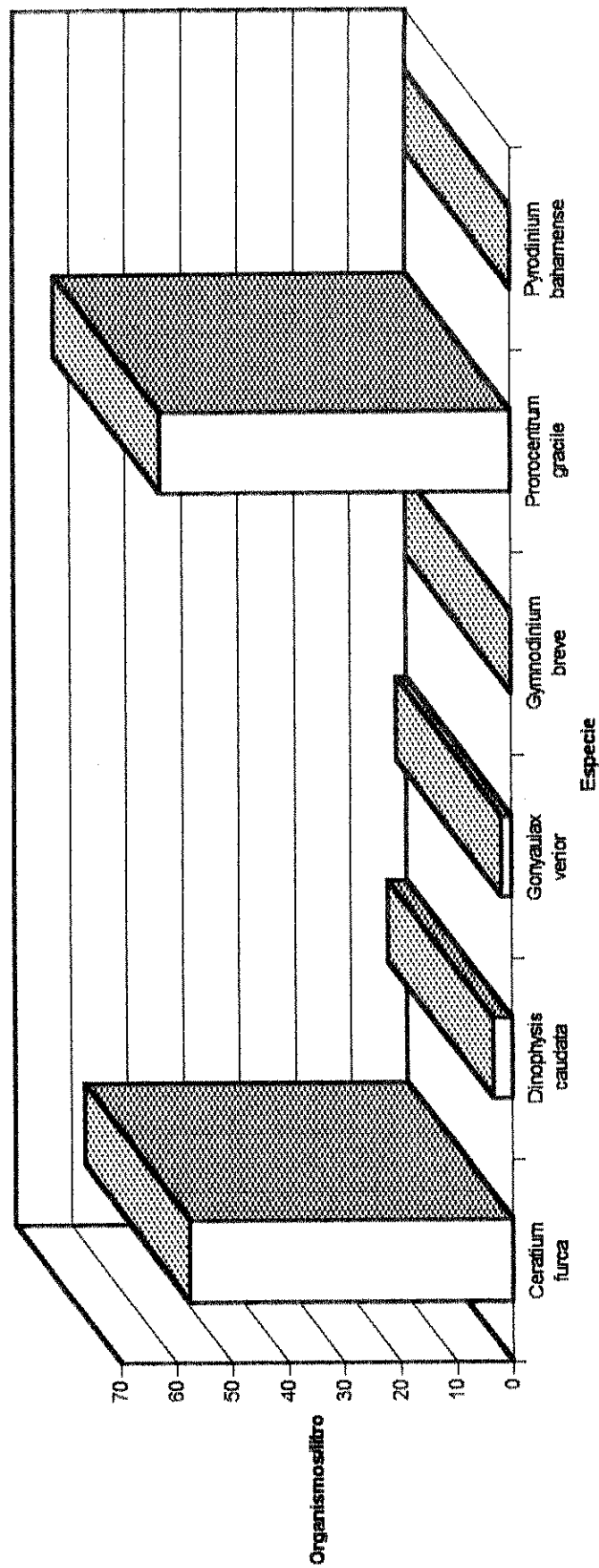
GRAFICA 28

Principales organismos muestreados, mes de Octubre '96  
Puerto Quezai, San José, Escuintla.



GRAFICA 29

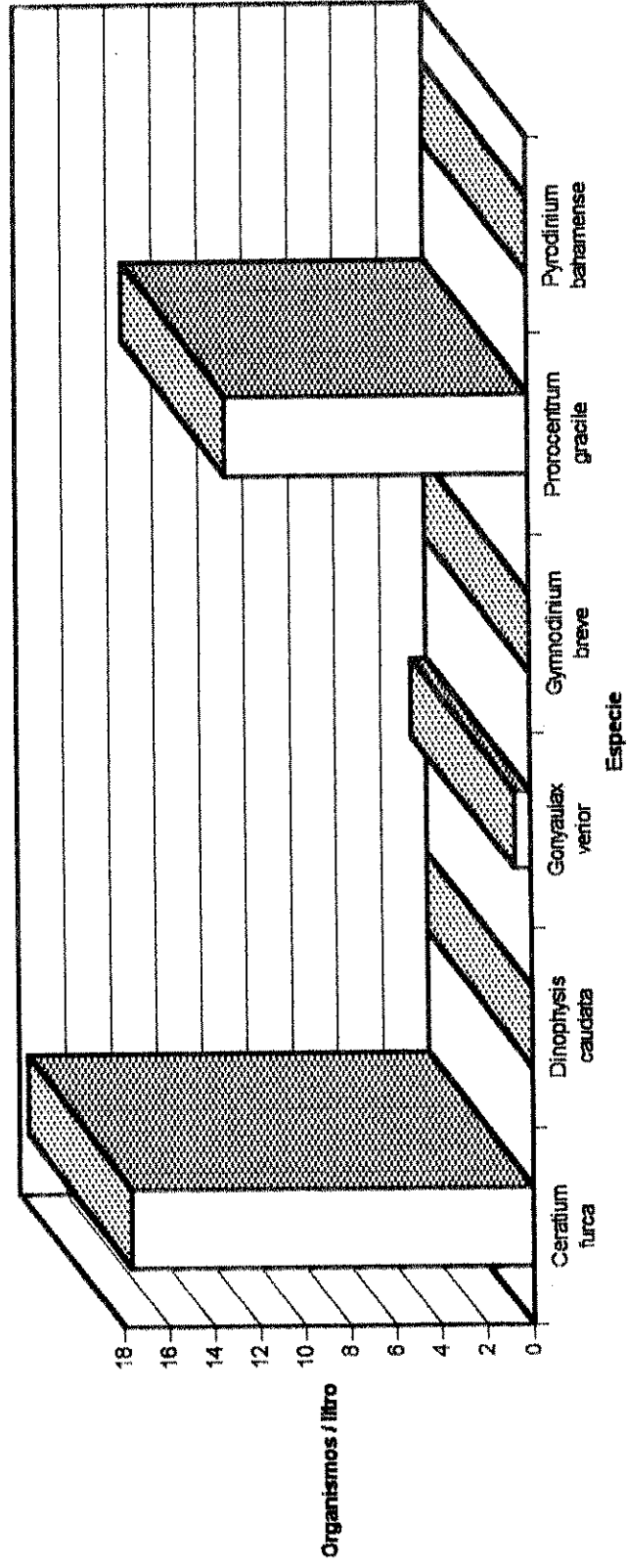
Principales organismos muestreados, mes de Noviembre '96  
Puerto Quezral, San José, Escuintla.





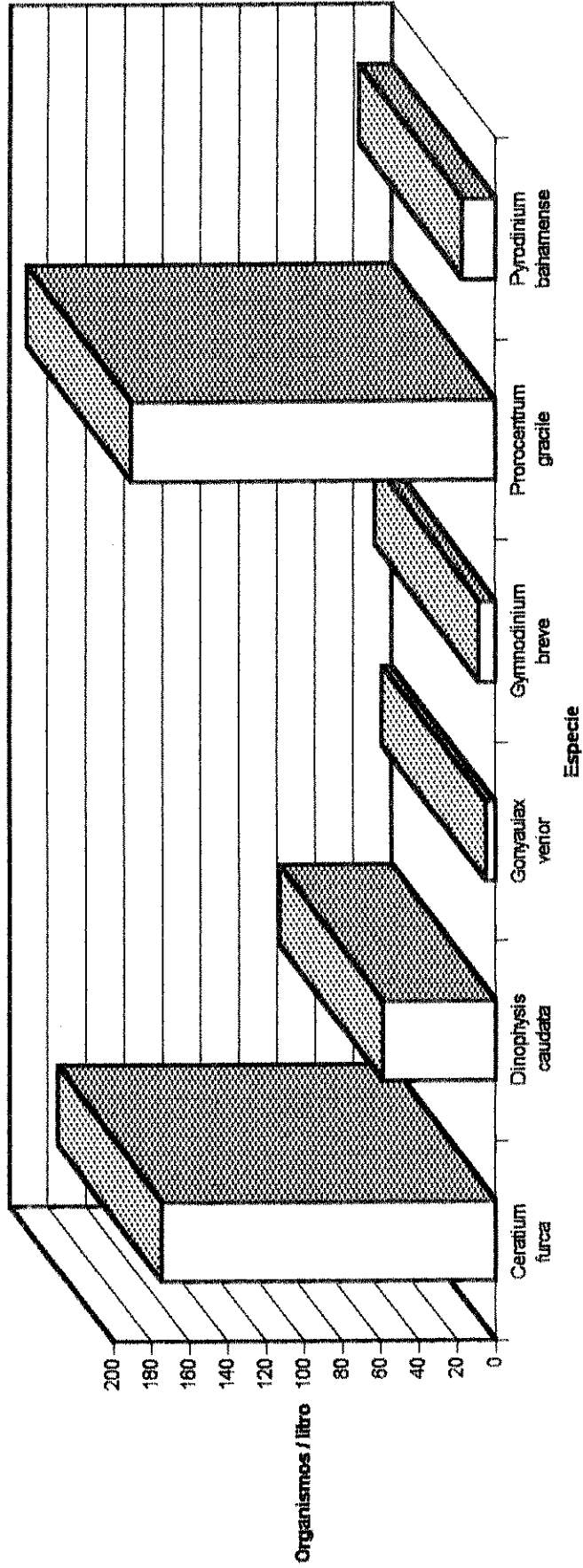
GRAFICA 30

Principales organismos muestreados, mes de Diciembre '96  
Puerto Quetzal, San José, Escauintla.



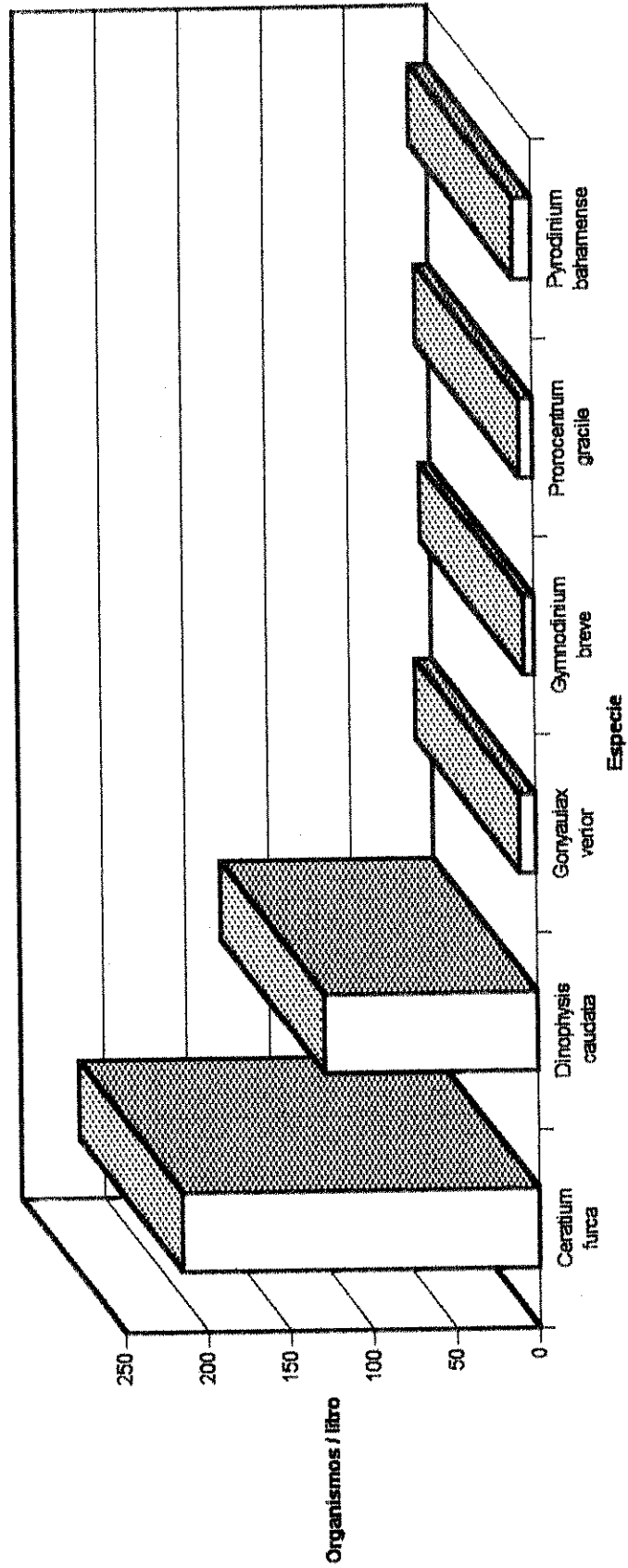
GRAFICA 31

Principales organismos muestreados, mes de Enero '97  
Puerto Quezai, San José, Escauintla.



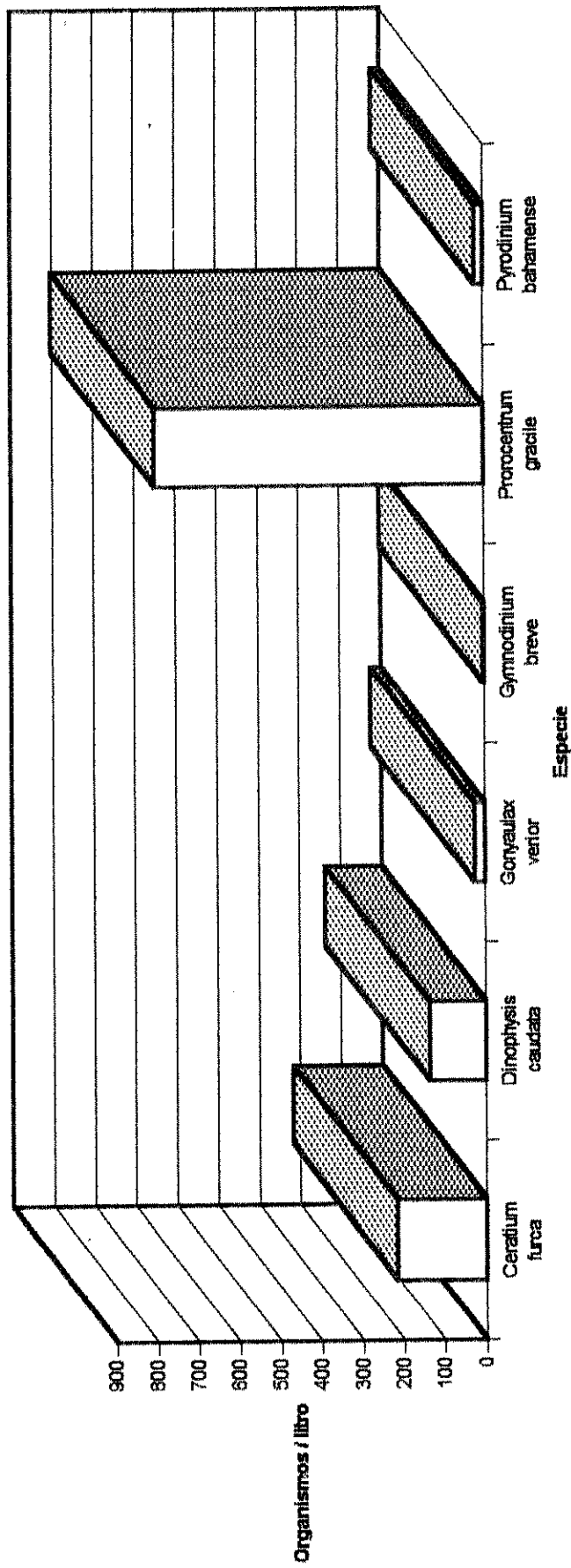
GRAFICA 32

Principales organismos muestreados, mes de Febrero '97  
Puerto Quetzal, San José, Escauintla.



GRAFICA 33

Principales organismos muestreados, mes de Marzo '97  
Puerto Quetzal, San José, Escauintla.



## CONCLUSIONES

1. Los organismos presentes en Puerto Quetzal según los monitoreos realizados en el presente trabajo, no han llegado a representar una amenaza debido al número presente en todos los puntos de muestreo que es bajo, ya que la cifra no ha alcanzado las 5,000 células por litro, la cual es un indicador de marea roja.
2. La ocurrencia de organismos no tóxicos se presentó en alta densidad en relación a los organismos tóxicos como Pyrodinium bahamense var. compressum, Gonyaulax verior, entre otros, por lo cual se corrobora que la presencia de unas especies puede reducir la capacidad de desarrollo de otras.
3. Se identificó un total de 25 especies distribuidas en 8 familias, dentro de las cuales se encontraron las siguientes especies tóxicas: Pyrodinium bahamense var. compressum, Gymnodinium breve y especies asociadas a florecimientos de marea roja tóxica tales como: Ceratium trichoceros, Dinophysis caudata, Gymnodinium fungiforme, Gonyaulacales y Protoperdinales.
4. Las variables de parámetros físico-químicos, principalmente temperatura, durante los últimos meses de muestreo está relacionada a los fenómenos ambientales del Pacífico de Guatemala. Se suma a éste fenómeno el movimiento de masas de agua que están apoyadas por el declive frente a la costa del Pacífico produciendo corrientes que pueden ocasionar florecimientos en Puerto Quetzal, los parámetros ambientales están sumamente relacionados al comportamiento de los dinoflagelados en relación a intensidad lumínica y precipitación.

## RECOMENDACIONES

1. Es necesario realizar monitoreos de dinoflagelados donde se incluya una evaluación cuantitativa de éstos organismos para conocer su crecimiento durante las diversas estaciones del año y estudiar específicamente las poblaciones de *Ceratium* y sus diferentes especies, debido a que no se conoce con certeza si están asociadas a marea roja tóxica y esto puede llegar en alguna manera a causar grandes problemas ya que se conoce que especies de *Ceratium* como *C. trichoceros*, ha sido reportado como formador de marea roja tóxica, pero hasta el momento no puede ser confirmado si éste organismo no se aísla y se mide su toxina. Considero necesario el cultivo y aislamiento del género *Ceratium* para posteriores ensayos de laboratorio referentes a toxicidad ya que son muchas las especies presentes en Puerto Quetzal y muy frecuentes durante los meses muestreados.
2. Realizar un programa de monitoreo constante de Pyrrophyta donde también analicen muestras de moluscos bivalvos del área monitoreada, para que sirvan en algún momento de especies indicadoras de Intoxicación Paralítica por Mariscos (IPM) o de Intoxicación Diarréica por Mariscos (IDM).
3. El comportamiento migratorio de Pyrrophytas en la columna de agua es muy variable y dependerá de las condiciones de luz o nubosidad en el área de estudio, por lo cual es importante realizar un monitoreo de 24 horas para evaluar el horario migratorio a lo largo de la columna de agua en relación de la ausencia o presencia de éstas y parámetros ambientales.

**BIBLIOGRAFIA**

- Benitez, C.; et al. 1994. Introducción a la dinámica poblacional. Unidad de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar. México. Capítulo II.
- Biology, epidemiology and management of Pyrodinium red tides. G.M. Hallegraeff and J.L. Maclean, Editors. 1989. ICLARM Conference proceedings 21, 286p.
- Clinton, J. 1986. Botánica marina. Limusa, México. Pag. 296-305.
- Comisión Interministerial de Guatemala para la vigilancia de la marea roja, OPS/OMS y Programa de Salud Pública Veterinaria. 1990. Seminario-Taller sobre intoxicación parálitica por mariscos (Marea roja) para Centro América, México, Cuba y República Dominicana. p: 123.
- Dary, R. 1974. Clave tentativa para la división Pyrrophyta. Borrador personal.
- Franco, J. et al. 1989. Manual de Ecología. 2da. edición. Trillas, México. p: 128-144, 154-163, 252-261.
- Fukuyo, Y. and Taylor, F. 1989. Morphological characteristics of dinoflagellates. ICLARM. Manila Philippines. p: 201-205.
- Fukuyo, Y. et al. (eds). 1990. Red tide organisms in Japan - An illustrated taxonomic guide. p: 440. Uchida Rokakuho, Tokio, Japan.
- Granéli, E. et al., 1989. Toxic marine phytoplankton. Elsevier Fourth International Conference on Toxic Marine Phytoplankton, Held June 26-30, Sweden. 554p.

- Halstead, B. & Shantz, E.J. 1984. Intoxicación paralítica por mariscos. OMS. 59p.
- Hernández, A. 1994. Oceanografía y Meteorología. Unidad de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar. México. Capítulos: IX, X, XI, XII.
- López, J. 1955. Variación alométrica en Ceratium tripos. Instituto de Investigaciones pesqueras. Universidad de Barcelona. Tomo II. p. 131-159.
- Margalef, R. et al. 1957. Fitoplancton de las costas de Castellón de enero de 1955 a junio de 1956. Instituto de investigaciones pesqueras. Universidad de Barcelona. Tomo VII. p. 3-31.
- , 1955. Fitoplancton de las costas de Castellón durante el año de 1953. Instituto de Investigaciones pesqueras. Universidad de Barcelona. Tomo I. p. 17-29.
- Margalef, R. 1957. Fitoplancton de las costas de Blanes (Gerona) de agosto 1952 a junio de 1956. Instituto de Investigaciones Pesqueras. Universidad de Barcelona. Tomo VIII. p. 89-96.
- Marshall, W. 1987. Biología de las algas, enfoque fisiológico. Limusa, México. Pag. 20-21.
- Martín, R., et al. 1996. Biotoxinas marinas: intoxicación por el consumo de moluscos bivalvos. Food Science and Technology International, 2: 13-22.
- Needham, R.; Needham, G. 1978. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Reverté, España. 129p.



OPS/OMS. 1993. Guía para el establecimiento de sistemas de vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por alimentos (VETA) y la investigación de brotes de toxi-infecciones alimenticias. 49p.

SEP.; SEIT. Gaceta Informativa de la Educación en Ciencia y Tecnología del Mar. Infor Mar. 1995. Mareas Rojas (I, II y III parte), México. año 3, No. 15, 16 y 17.

Rosales-Loessener. 1989. The Guatemala experience with red tides and paralytic shellfish poisoning. p. 49-51p.

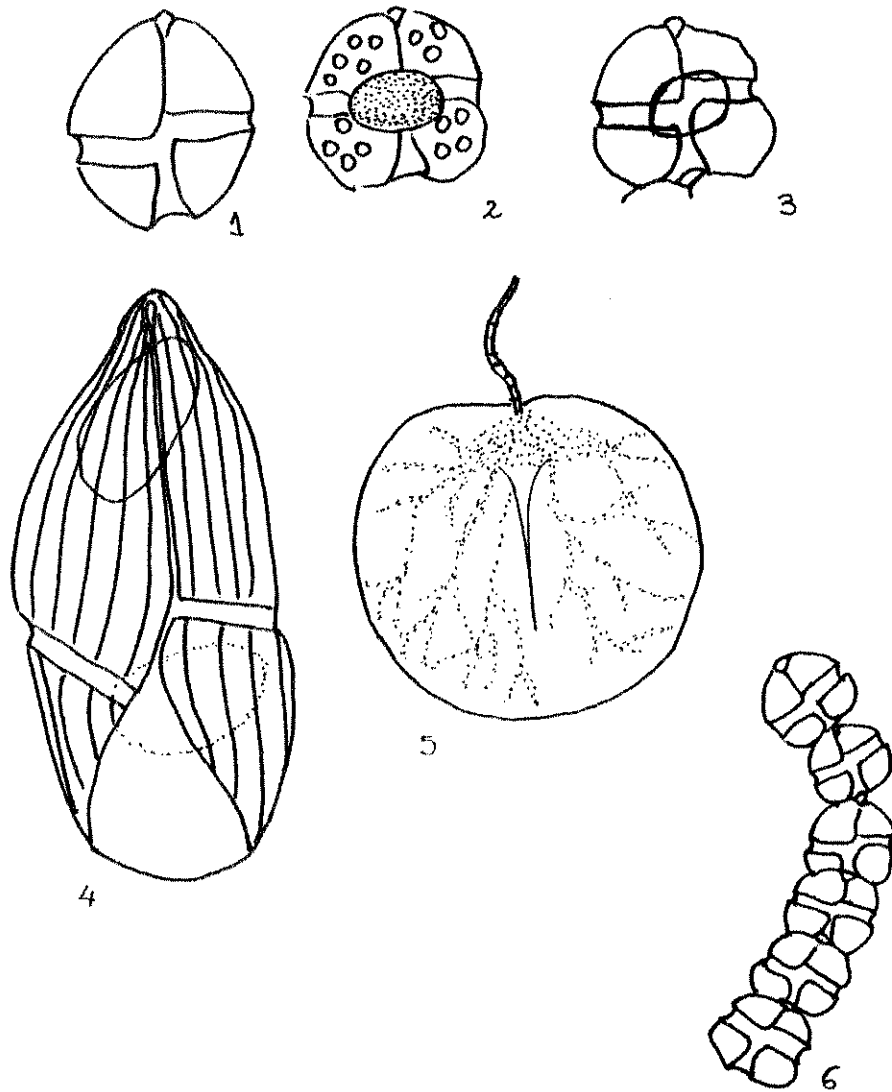
UNESCO. 1995. Manual on harmful marine microalgae. Ed. Hallegraeff, G.M. et al.. Intergovernmental Oceanographic Commission. 551 p.

Van der Hoek, Ch. 1978. Algen, einfuhrung in die phykologie. Unter Mitwirkung von Hans Martin Jahns. Thieme. p: 209-241.

ANEXO 1

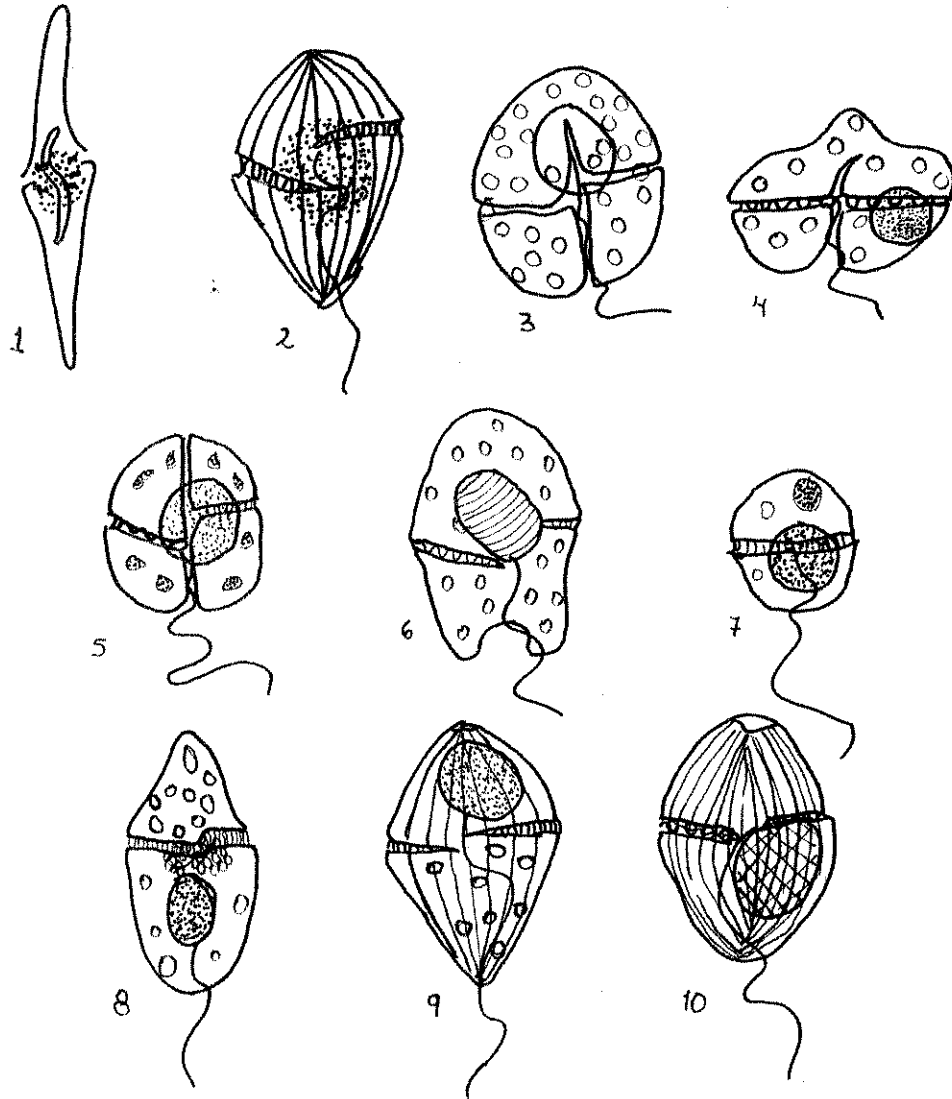
Láminas de la división *Pyrrrophyta*

LAMINA 1



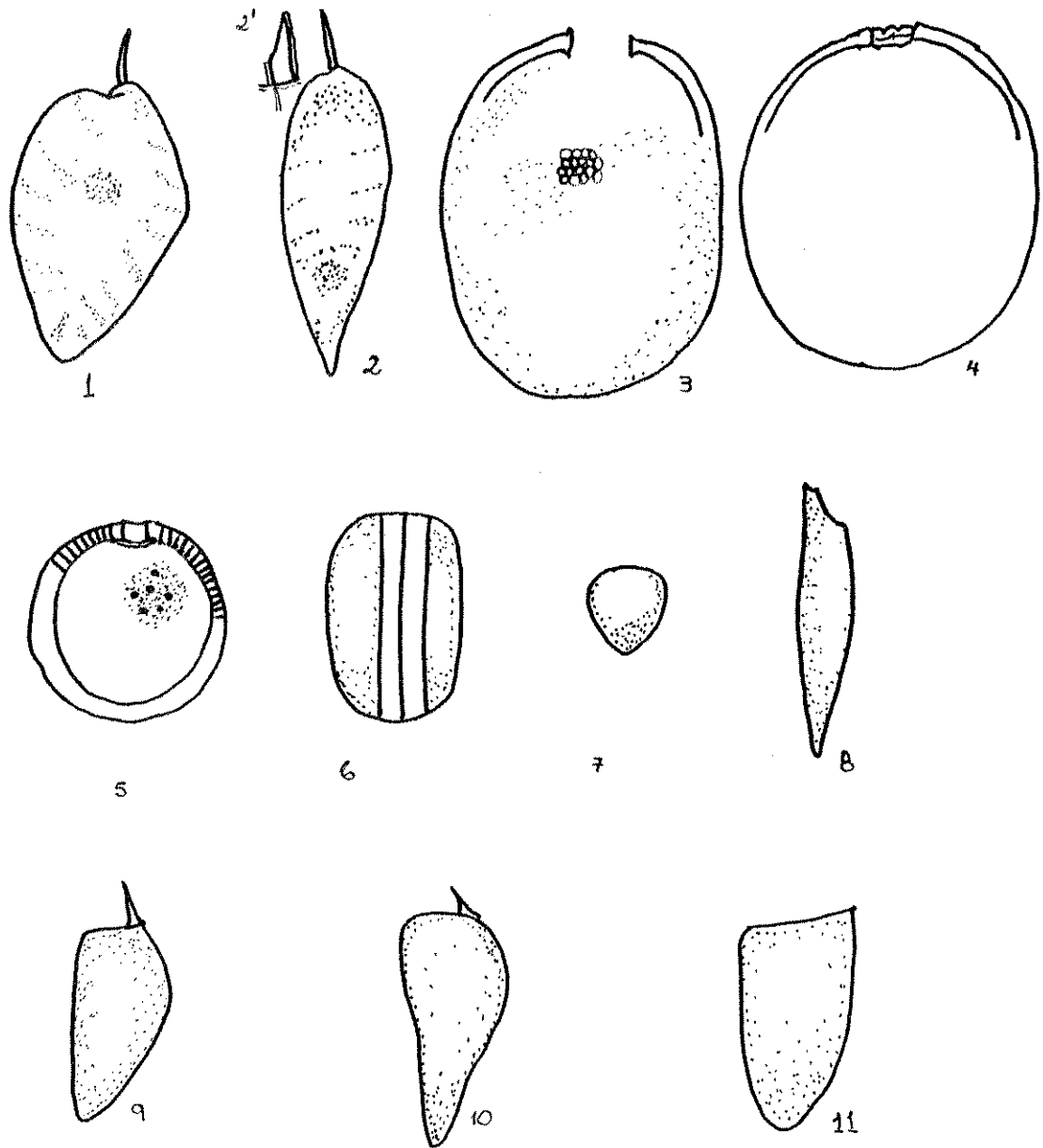
1,2 y 3. *Gymnodinium catenatum*, 4. *Gymnodinium* sp. 5. *Noctiluca scintillans*

## LAMINA 2



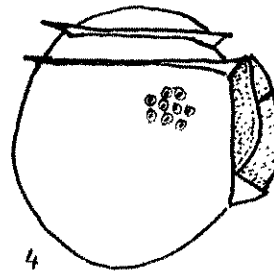
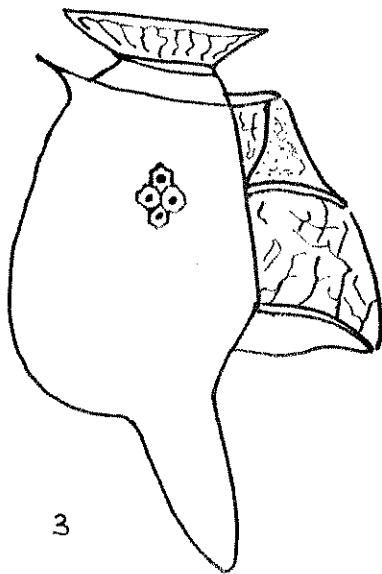
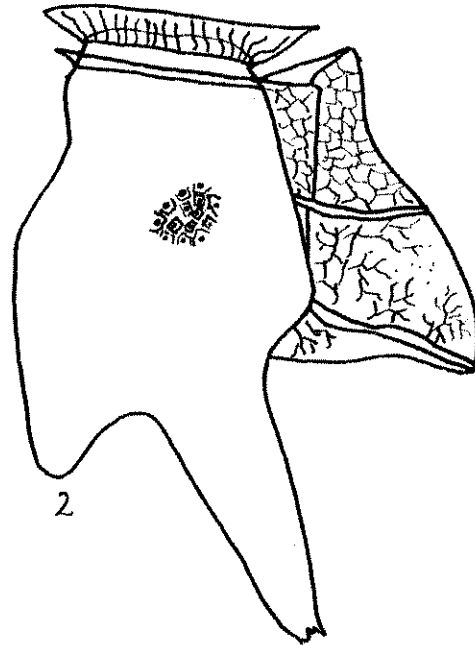
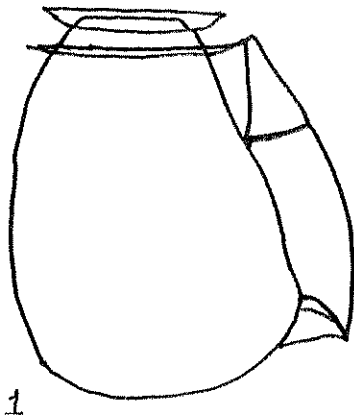
1. *Gyrodinium fulcatum*, 2. *G. dominans*, 3. *G. catenatum*, 4. *G. breve*, 5. *G. mikimotoi*  
6. *G. sanguineum*, 7. *G. fungiforme*, 8. *G. abbreviatum*, 9. *G. aureum*, 10. *G. striatissimum*

### LAMINA 3



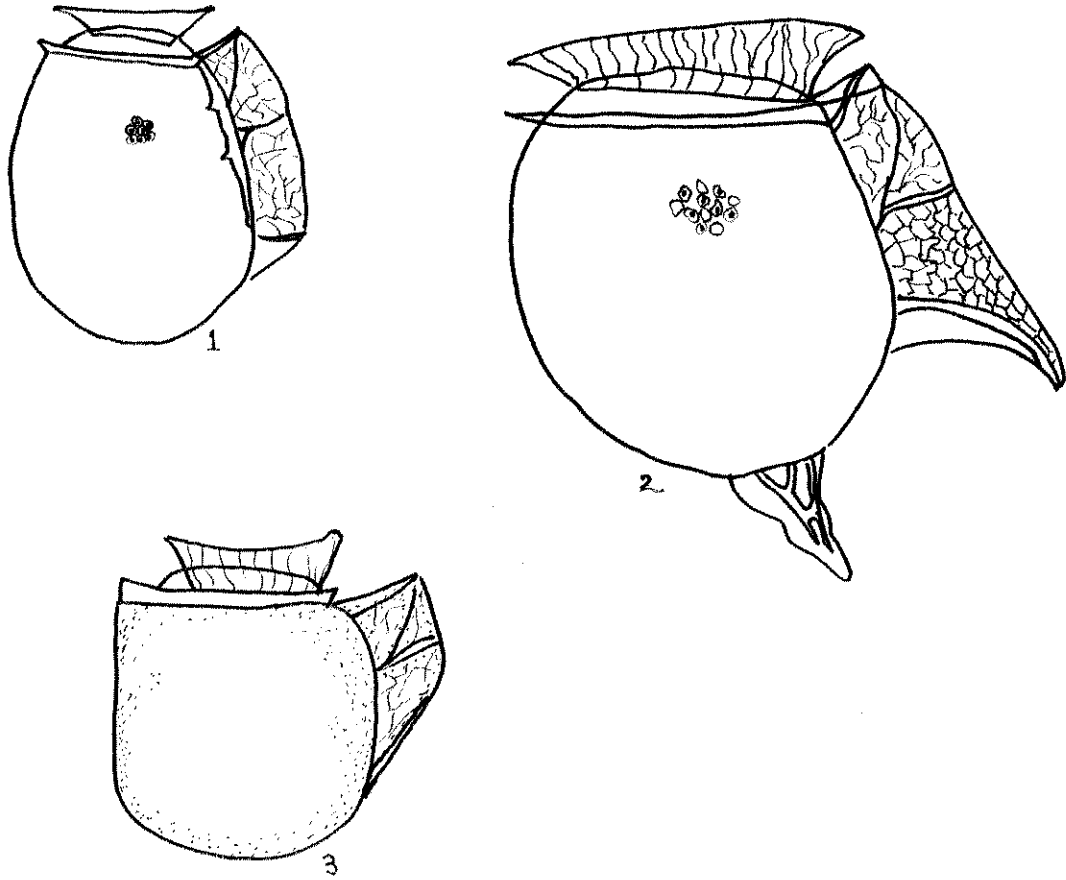
1. *Prorocentrum micans*, 2. *P. gracile*, 2' detalle del diente, 3 y 4. *P. compressum*  
 5. *P. balticum*, vista de costado, 6. *P. balticum*, vista sutural, 7. *P. minimum*  
 8. *P. rostratum*, 9. *P. triestinum*, 10. *P. sigmoides*, 11. *P. dentatum*

LAMINA 4



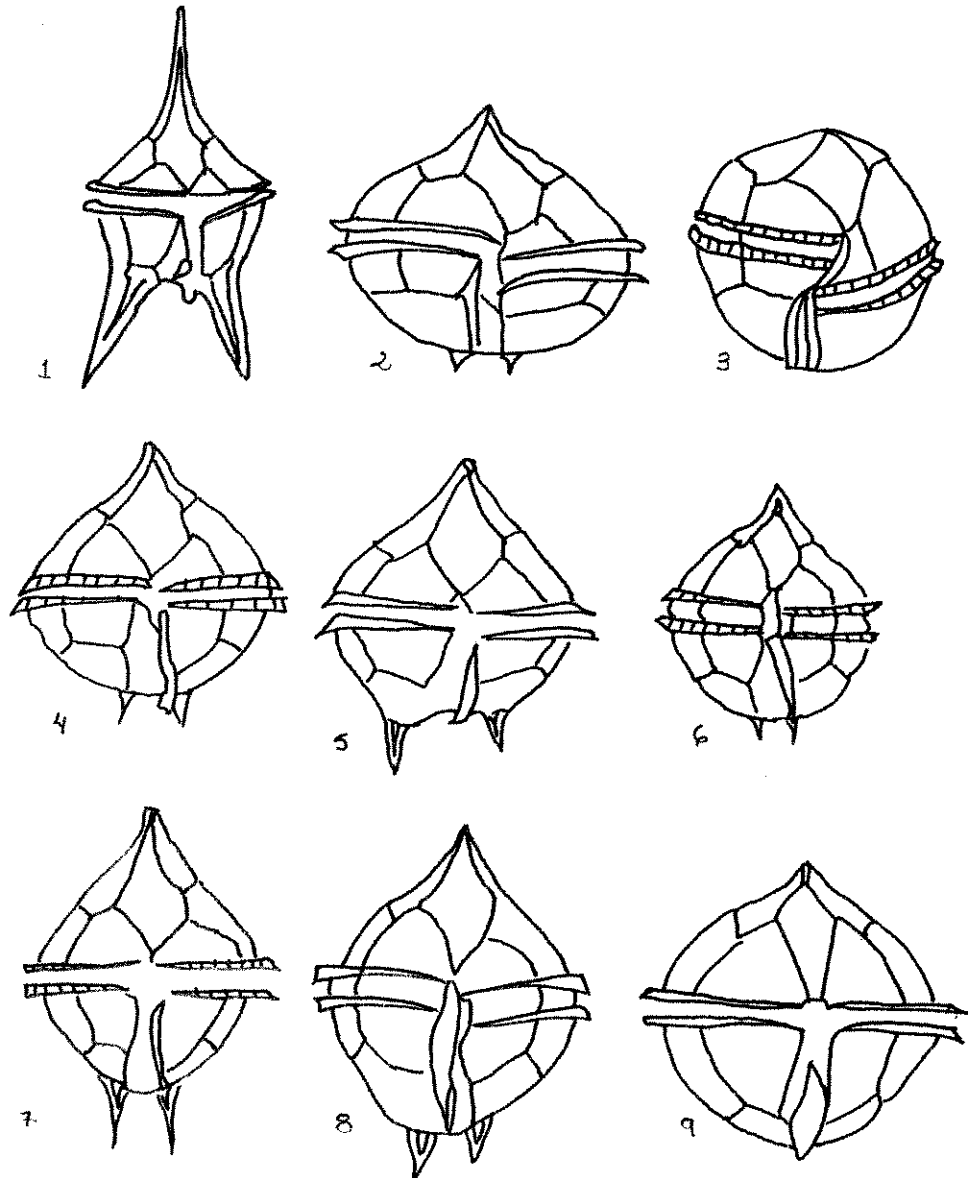
1. *Dinophysis truncata*, 2. *D. tripos*, 3. *D. caudata*, 4. *D. rotundata*

LAMINA 5



1. *Dinophysis fortii*, 2. *D. hastata*, 3. *D. lenticula*

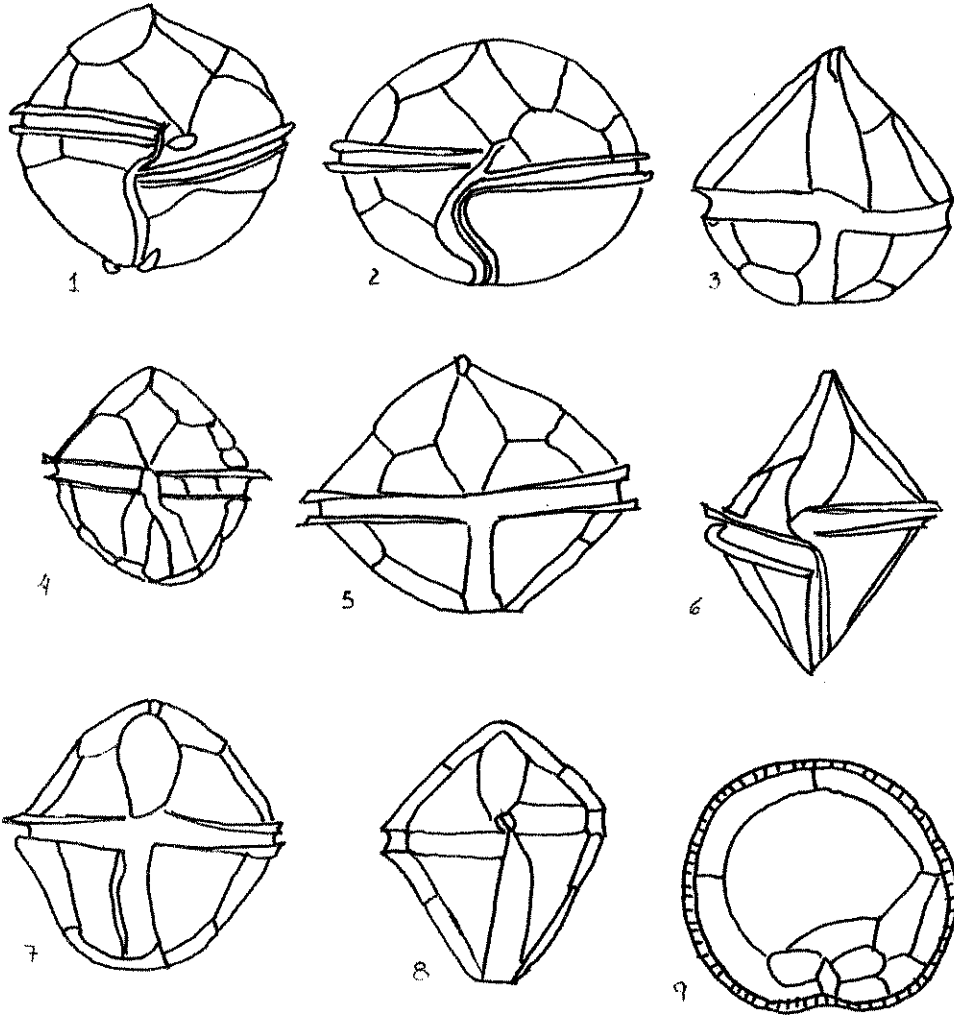
LAMINA 6



1. *Protoperidinium diabolus*, 2. *P. marukawai*, 3. *P. guarnerense*, 4. *P. pellucidum*  
5. *P. mite*, 6. *P. pyriforme*, 7. *P. steinii*, 8. *P. latispinum*, 9. *P. minutum*

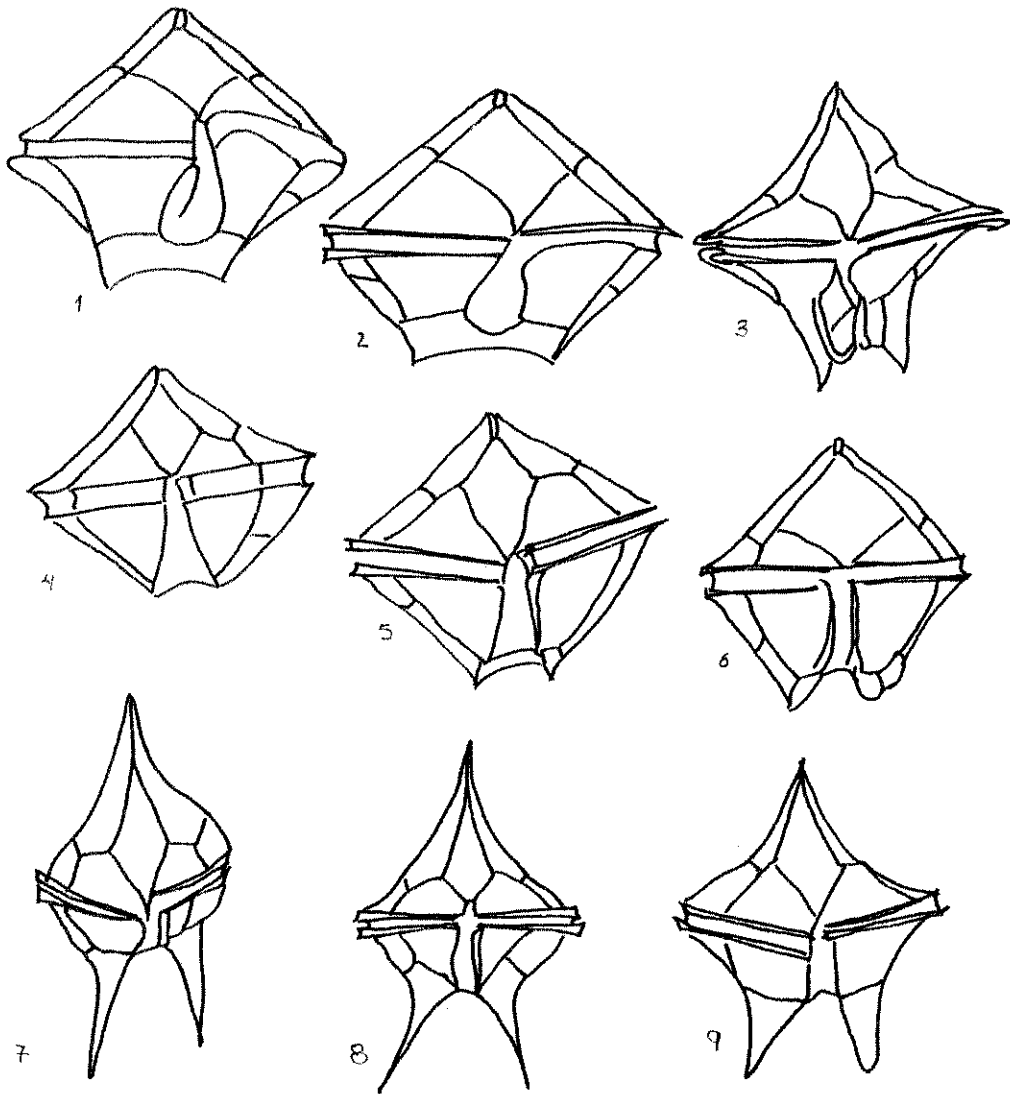


LAMINA 7



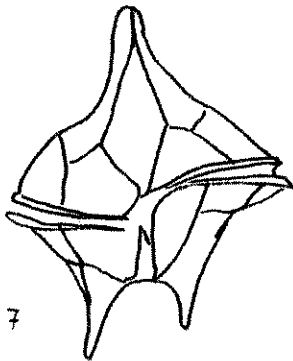
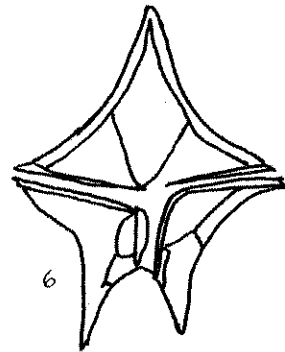
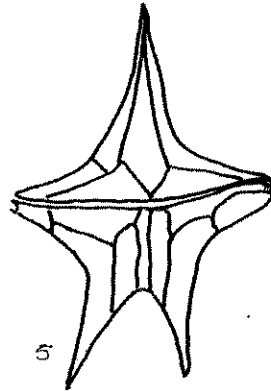
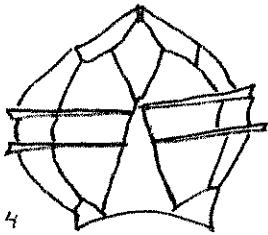
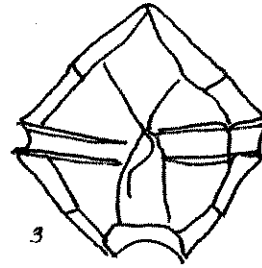
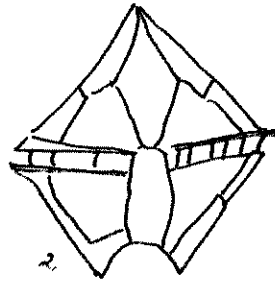
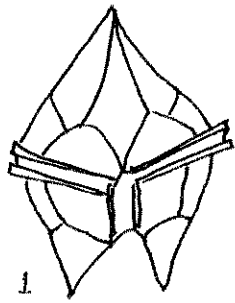
1. *Protoperidinium sphaeroides*, 2. *P. majus*, 3. *P. thulesense*, 4. *P. monovelum*  
5. *P. punctulatum*, 6. *P. abei*, 7. *P. avellana*, 8. *P. ventricum*, 9. *P. excentricum*

# LAMINA 8



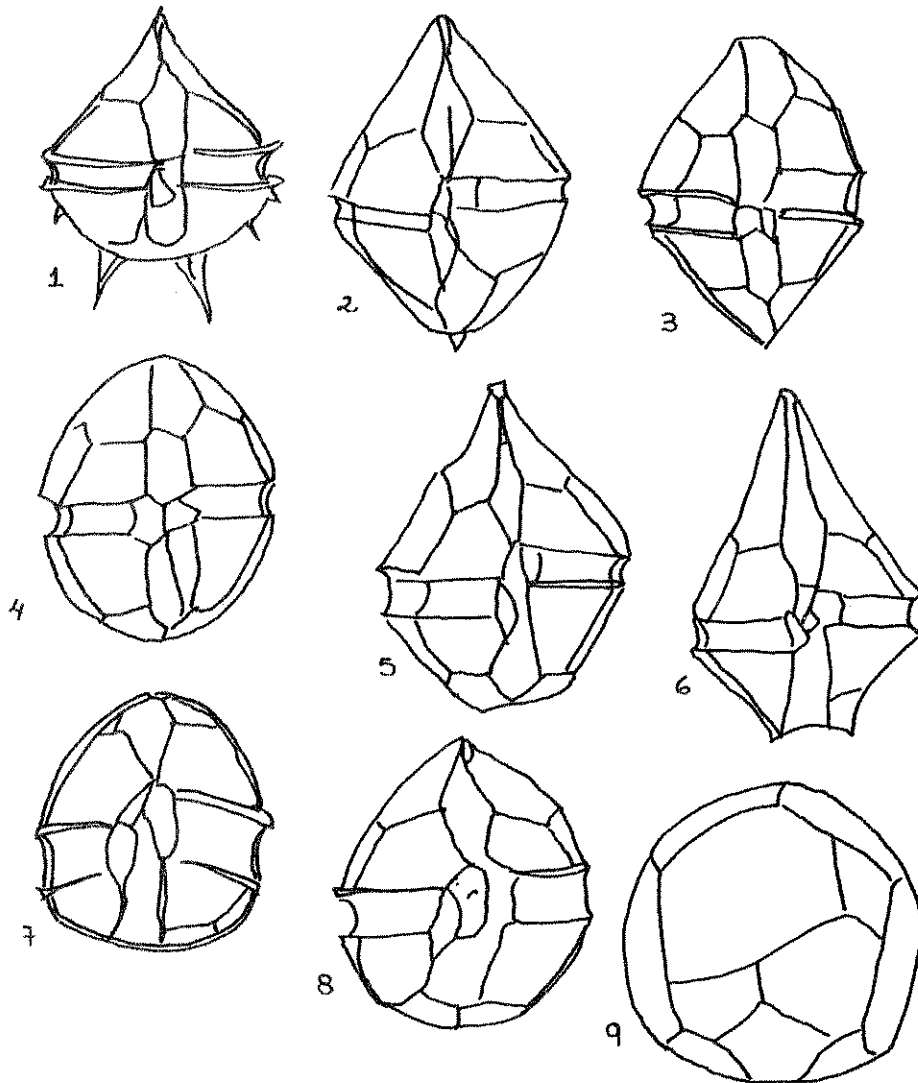
1. *Protoperidinium pentagonum*, 2. *P. latissimum*, 3. *P. crassipes*, 4. *P. subinermis*  
5. *P. obtusum*, 6. *P. conicum*, 7. *P. oceanicum*, 8. *P. saltans*, 9. *P. oblongum*

LAMINA 9



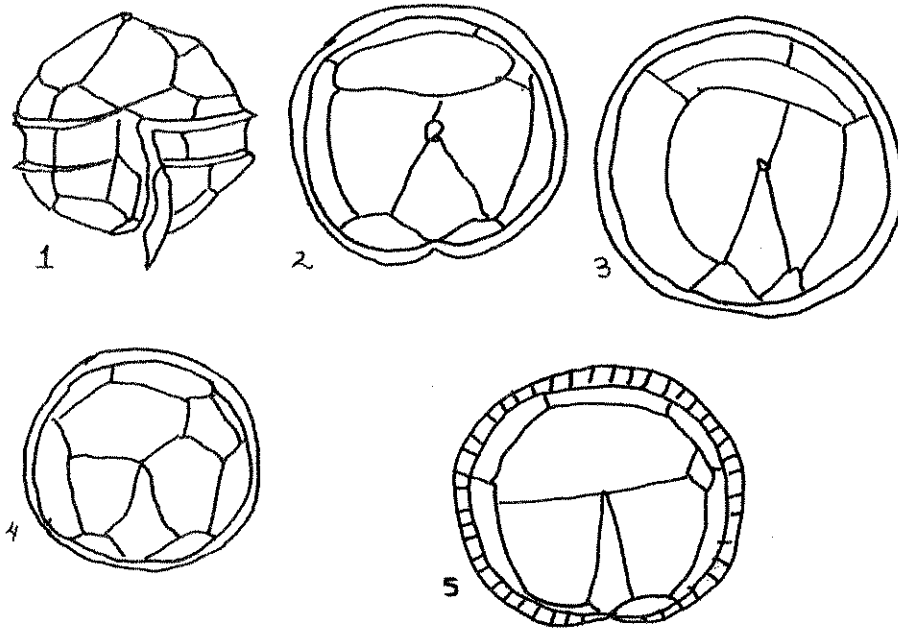
1. *Protoperidinium claudicans*, 2. *P. leonis*, 3. *P. conicoides*, 4. *P. divaricatum*  
5. *P. elegans*, 6. *P. divergens*, 7. *P. depressum*.

LAMINA 10



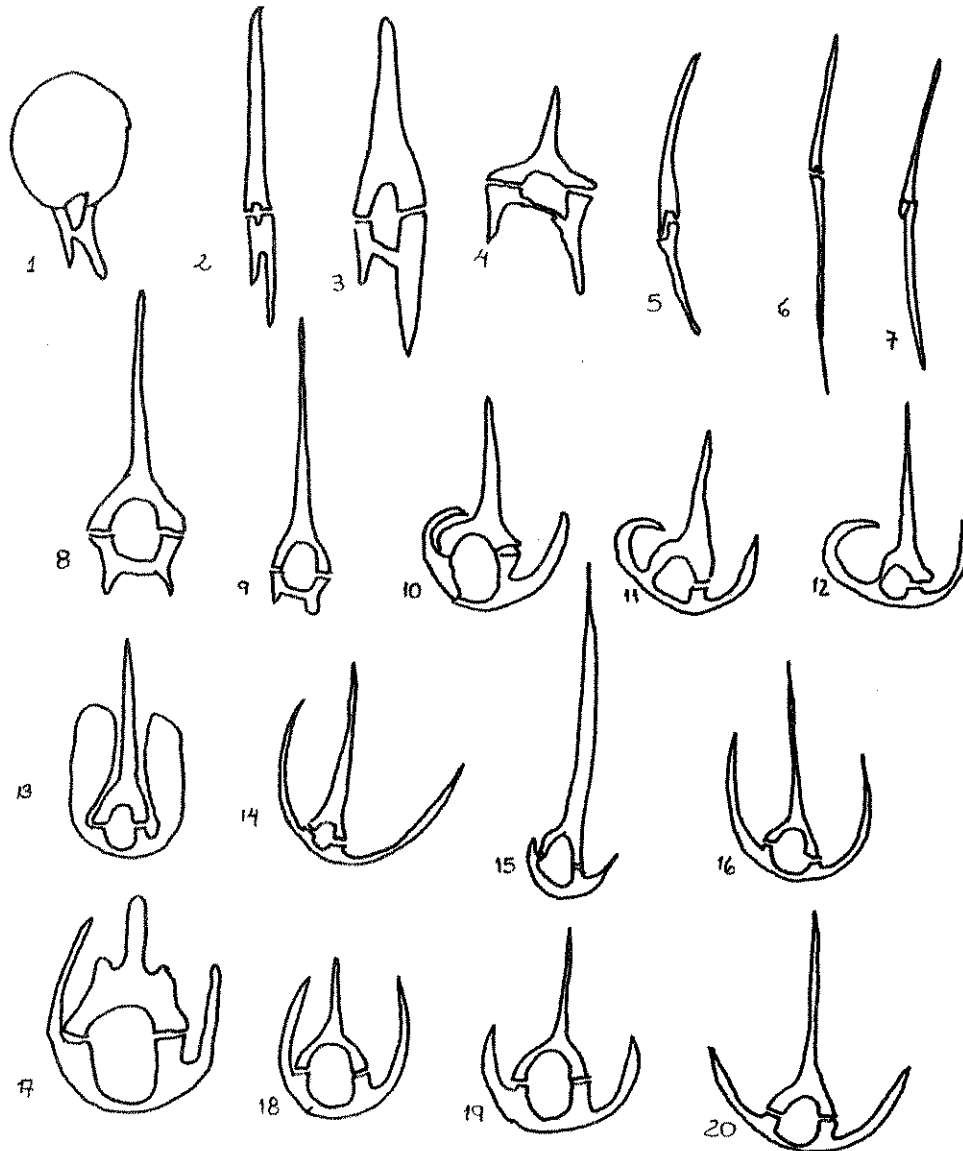
1. *Peridinium quinquecorde*, 2. *Ensiculifera carinata*, 3. *Heterocapsa triquetra*,  
4. *Heterocapsa niei*, 5. *Scrippsiella cristallina*, 6. *Scrippsiella spinifera*,  
7. *Scrippsiella precaria*, 8. *Scrippsiella rotunda*, 9. *Gotoius abei*

LAMINA 11



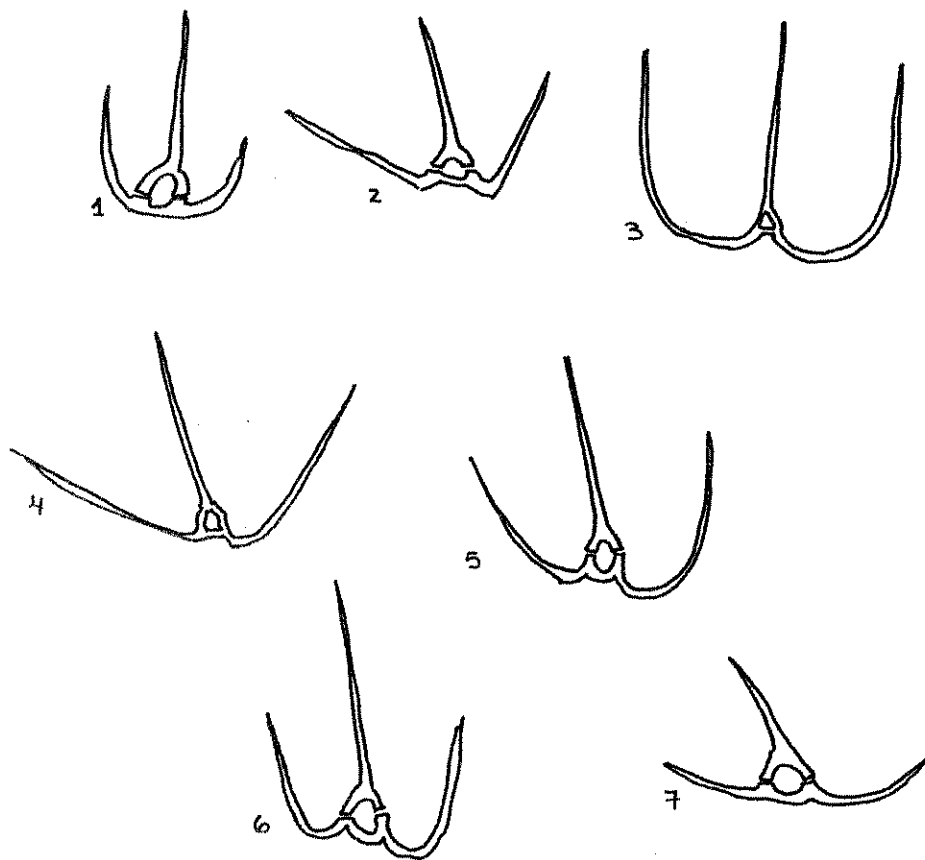
1. *Oblea rotunda*, 2. *Peridiniopsis asymmetrica*, 3. *Diplopsalis lenticula*,  
4. *Diplopsalopsis orbicularis*, 5. *Zygabikodinium lenticulatum*

## LAMINA 12



1. *Ceratium gravidum*, 2. *C. belone*, 3. *C. furca*, 4. *C. candakabrum*, 5. *C. falcatum*  
 6. *C. biceps*, 7. *C. fusus*, 8. *C. setaceum*, 9. *C. teres*, 10. *C. gibberum*  
 11. *C. bucephalus*, 12. *C. arietinum*, 13. *C. platycorne*, 14. *C. lunula*  
 15. *C. pulchellum*, 16. *C. symmetricum*, 17. *C. limulus*, 18. *C. azoricum*, 19. *C. breve*  
 20. *C. tripos*.

LAMINA 13

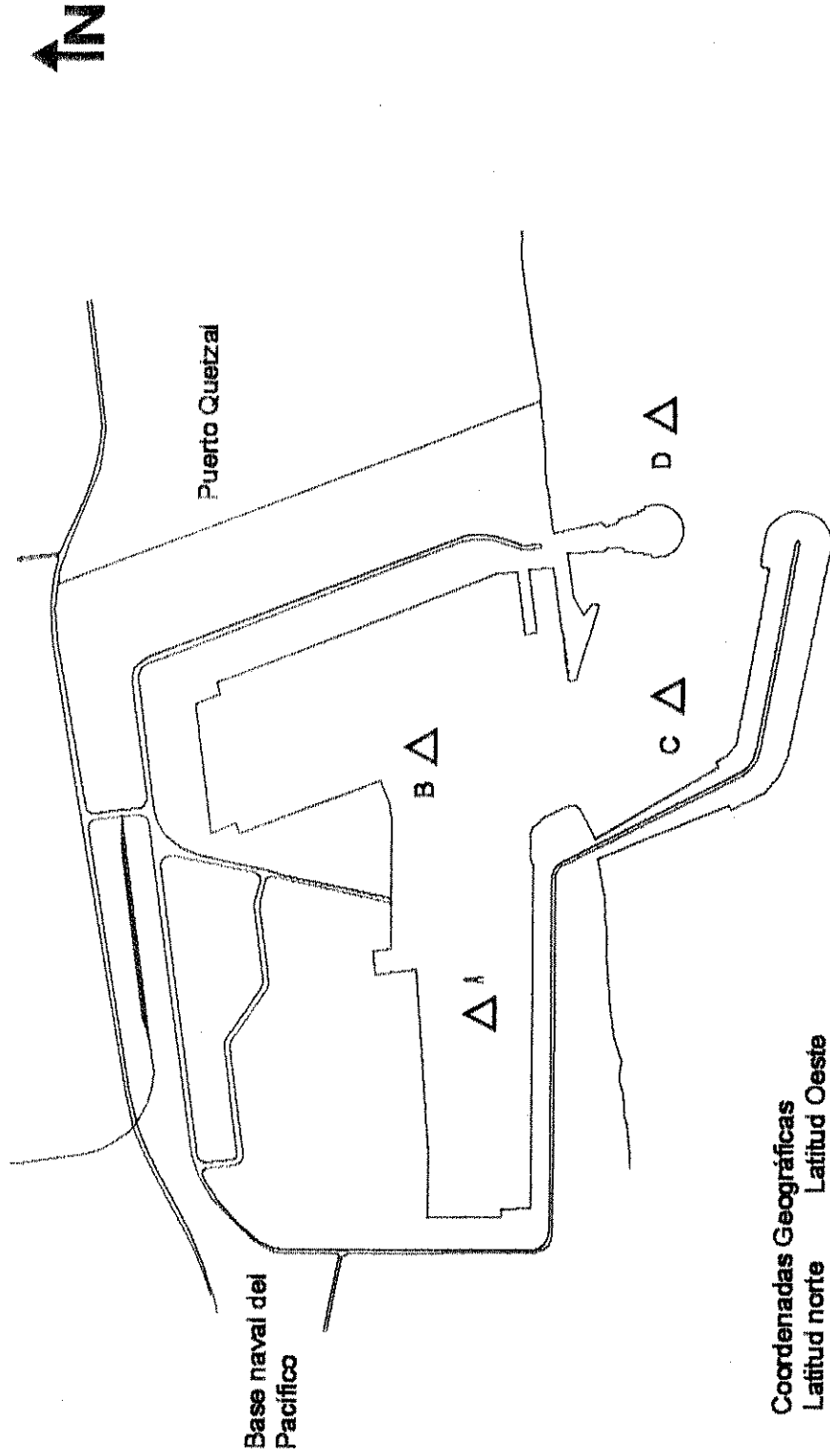


1. *Ceratium declinatum*, 2. *C. vultur*, 3. *C. trichoceros*, 4. *C. massiliense*  
5. *C. macroceros*, 6. *C. deflexum*, 7. *C. arcticum*.

**ANEXO 2**  
**Puntos de muestreo de *Pyrrophytas* en Puerto Quetzal,**  
**San José, Escuintla.**



# Puntos de Muestreo de Pyrrophytas en Puerto Quetzal, San José, Escuintla.



Punto de Muestreo	Coordenadas Geográficas	
	Latitud norte	Latitud Oeste
A	15°40'177"	7°37'770"
B	15°40'258"	7°38'614"
C	15°39'655"	7°39'190"
D	15°39'937"	7°38'670"

Océano Pacífico

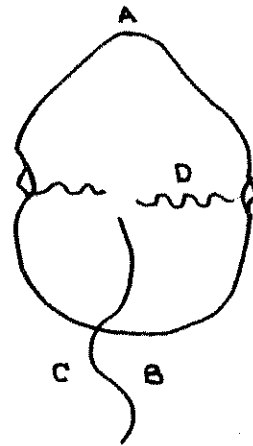
### ANEXO 3

**Características morfológicas utilizadas en la  
Identificación de organismos de la división  
*Pyrophyta*.**

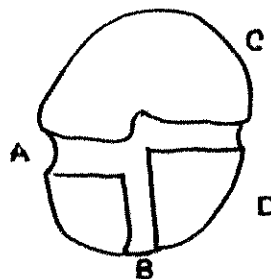
# CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS UTILIZADAS EN LA IDENTIFICACION DE DINOFLAGELADOS

## ORIENTACION

- A. Apical
- B. Antapical
- C. Flagelo longitudinal
- d. Flagelo transversal



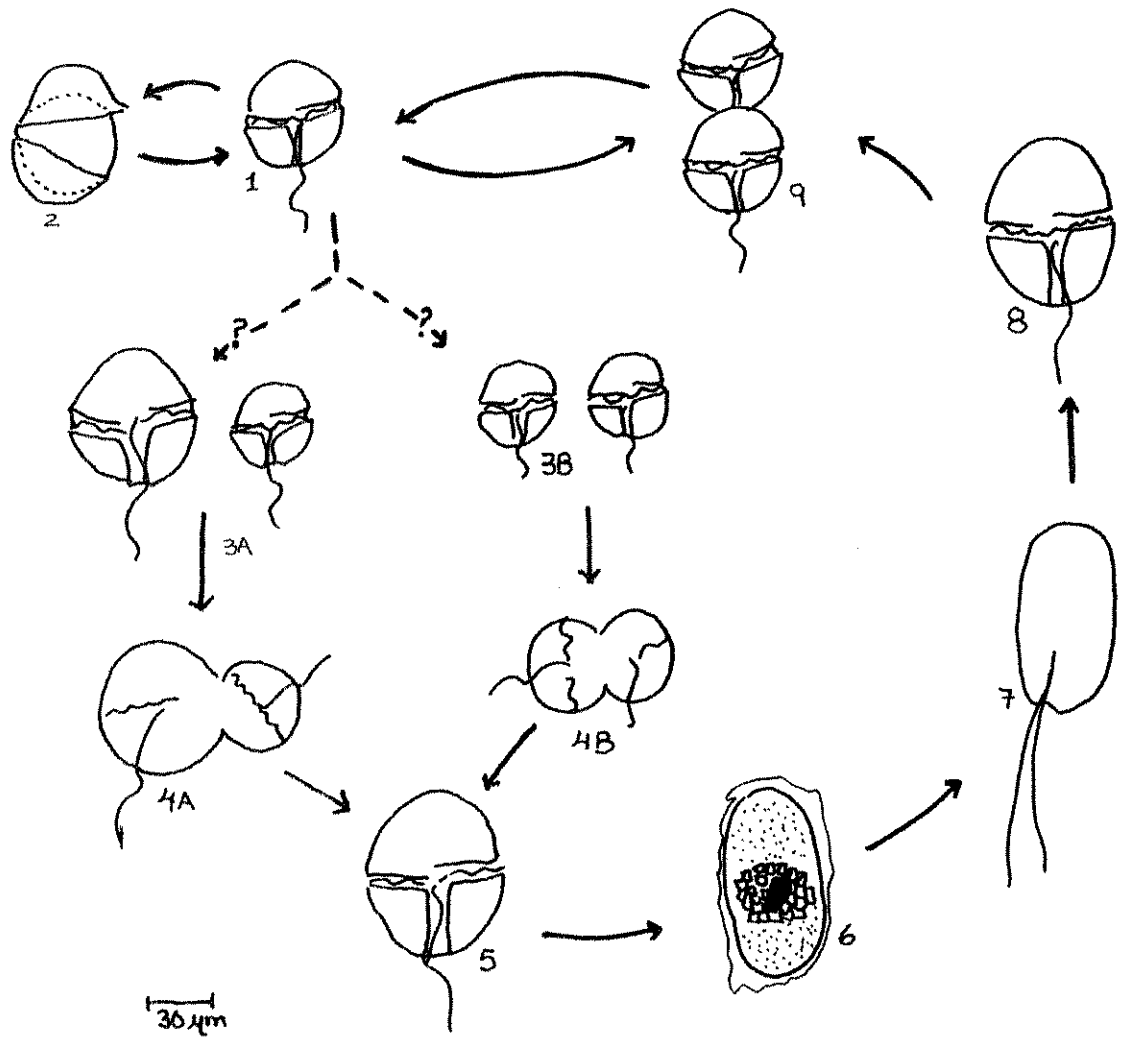
- A. Cingulo
- B. Sulcus
- C. Epiteca
- D. Hipoteca



## ANEXO 4

Ciclo de vida del dinoflagelado *Alexandrium tamarense*.

**DIAGRAMA DEL CICLO DE VIDA DEL DINOFLAGELADO**  
**Alexandrium tamarense**



(1) Célula vegetativa móvil, (2) Cisto temporal, (3A) Hembra anisogámica y gametos machos, (3B) gametos isogámicos, (3A y 4 B) fusión de gametos, (5) cigoto libre o planocigoto (6) huevos resistentes o hipnocigoto, (7 y 8) células germinadas o planomeiocisto, y (9) par de células vegetativas para la siguiente división. (UNESCO, 1995).

ANEXO 5

Cuadros de Identificación de *Pyrrophytas* de  
Marzo '96 a Marzo '97

CUADRO 1

Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra, en Puerto Quetzal, Marzo '96

Especie	Punto A				Punto B				Punto C				Punto D		
	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m
<i>Ceratium falcatum</i>	0.00	0.67	5.34	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.67	0.00	0.67	0.67	3.34	0.00	0.00
<i>Ceratium furca</i>	26.00	36.50	26.00	45.64	39.34	52.00	126.50	99.50	107.50	144.00	172.50	192.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratium fusus</i>	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratium symmetricum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratium teres</i>	0.00	0.00	1.34	3.34	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratium trichoceros</i>	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dinophysis caudata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.34	2.67	0.67	2.00	2.67	0.90	0.67	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax venor</i>	0.00	0.00	2.80	3.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gymnodinium breve</i>	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	4.67	2.67	3.34	0.67	3.34	0.67	0.00	0.00	0.67	0.00
<i>Gymnodinium fungiforme</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00
<i>Gyrodinium falcatum</i>	0.00	0.00	0.00	3.34	2.67	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pyrodinium bahamense</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Peridinium cinctum</i>	4.00	0.34	0.00	0.00	0.67	0.00	2.67	2.00	0.67	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00
<i>Podolampas bipes</i>	0.00	2.00	0.67	0.00	1.34	3.34	3.34	0.67	0.67	1.34	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00
<i>Prorocentrum gracile</i>	2.00	54.50	15.34	50.67	28.00	43.50	66.00	50.50	76.00	110.50	158.00	157.50	0.00	0.00	0.00
<i>Protoperidinium bipes</i>	0.67	0.00	0.00	2.67	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Protoperidinium diabolus</i>	1.33	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Protoperidinium excentricum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Warnowia polyphemus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.34	0.67	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.67	0.00	0.67
Total	36.00	96.01	52.16	109.67	74.03	107.53	209.20	156.68	188.18	267.86	331.84	350.84			

CUADRO 2

Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra en Puerto Quetzal, Abril '96

Especie	Punto A			Punto B			Punto C			Punto D		
	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m
<i>Ceratium breve</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.67	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratium falcatum</i>	0.00	0.00	0.00	2.67	2.00	1.34	2.00	2.67	0.67	0.67	3.34	1.34
<i>Ceratium furca</i>	151.10	56.00	78.50	161.50	214.00	189.50	430.50	425.50	408.00	406.50	372.00	369.50
<i>Ceratium fusus</i>	0.00	1.34	0.00	0.00	1.34	1.34	1.34	1.34	0.00	2.67	0.67	2.00
<i>Ceratium teres</i>	6.65	0.00	2.67	0.00	6.67	4.67	2.00	2.67	3.34	5.34	4.00	4.00
<i>Ceratium trichoceros</i>	0.00	0.00	2.00	0.00	0.67	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Dinophysis caudata</i>	0.00	0.00	1.34	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.67	0.67
<i>Gymnodinium breve</i>	0.00	0.00	0.00	1.50	2.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Peridinium cinctum</i>	1.34	0.00	0.00	0.67	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Podolampas bipes</i>	0.67	0.00	0.67	3.34	1.34	1.34	0.67	2.00	1.34	3.34	0.67	1.34
<i>Proocentrum gracile</i>	12.00	4.67	52.00	86.50	17.50	40.50	132.50	88.00	134.00	114.00	103.50	111.50
<i>Protoperidinium bipes</i>	1.34	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.34	1.34	2.00
<i>Protoperidinium conicum</i>	0.00	1.34	0.00	0.67	0.67	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Protoperidinium diabolus</i>	0.67	2.67	0.00	2.00	64.50	5.50	4.00	5.34	5.34	6.67	5.34	2.00
<i>Scrippsiella spinifera</i>	8.00	2.67	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	1.34	2.00	0.67	0.67	1.34
<b>Total</b>	<b>181.8</b>	<b>69.4</b>	<b>137.9</b>	<b>258.9</b>	<b>312</b>	<b>246.9</b>	<b>577.7</b>	<b>529</b>	<b>556.7</b>	<b>543.9</b>	<b>492</b>	<b>495.7</b>

INSTITUTO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central



CUADRO 3

Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra en Puerto Quetzal, Mayo '96

Especie	Punto A			Punto B			Punto C			Punto D		
	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m
<i>Ceratium furca</i>	612.50	950.00	189.50	433.50	171.50	576.00	726.00	470.00	407.50	390.50	407.50	384.50
<i>Ceratium fusus</i>	0.00	2.00	0.00	1.34	0.00	0.00	1.34	0.67	0.67	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratium teres</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.67	0.67
<i>Ceratium trichoceros</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.67	0.67	0.67	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratium vultur</i>	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax verior</i>	2.67	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gymnodinium breve</i>	2.67	0.00	1.34	1.34	2.00	1.34	1.34	3.34	3.34	0.67	3.34	0.67
<i>Peridinium cinctum</i>	0.00	1.34	0.00	0.00	0.67	0.00	2.67	1.34	0.67	0.67	1.34	0.67
<i>Podolampas bipes</i>	4.00	5.34	0.00	2.00	2.00	2.00	4.67	63.34	0.67	1.34	2.67	2.00
<i>Prorocentrum gracile</i>	136.00	540.00	121.50	880.00	101.50	692.50	346.50	144.50	173.50	158.50	186.00	118.50
<i>Scripsiella spinifera</i>	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	21.34	11.34	4.00	4.00	6.67	4.67
<b>Total</b>	757.84	1,498.68	313.68	1,322.85	277.67	1,273.84	1,106.53	686.20	591.02	557.68	608.19	511.68

CUADRO 4

Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra en Puerto Quetzal, Junio '96

Especie	Punto A			Punto B			Punto C			Punto D		
	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m
<i>Ceratium falcatum</i>	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ceratium furca</i>	2.00	4.34	10.17	12.00	8.16	10.50	7.15	7.34	7.17	1.34	4.15	2.15
<i>Dinophysis caudata</i>	0.83	4.50	0.50	3.00	1.50	1.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gonyaulax vertior</i>	0.33	0.67	0.84	0.00	0.67	0.34	0.34	0.50	0.34	0.00	0.00	0.00
<i>Podolampas bipes</i>	0.33	0.34	1.00	0.34	1.34	11.00	0.50	10.00	0.34	0.50	1.50	2.00
<i>Prorocentrum gracile</i>	3.84	10.50	14.34	11.35	5.84	0.50	5.67	0.00	10.15	4.16	13.67	12.00
<i>Protoperidinium bipes</i>	0.00	0.50	1.50	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Protoperidinium excentricum</i>	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.17	0.17
<i>Pyrodinium bahamense</i>	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Scrippsiella spinifera</i>	0.83	0.00	0.50	0.67	0.84	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.84	0.17
<i>Warnowia polypphemus</i>	0.00	0.00	0.17	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>8.16</b>	<b>20.9</b>	<b>29.86</b>	<b>28.04</b>	<b>18.4</b>	<b>24.68</b>	<b>13.66</b>	<b>17.8</b>	<b>18.5</b>	<b>6.84</b>	<b>20.3</b>	<b>16.49</b>

CUADRO 5

Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra en Puerto Quetzal, Julio '96

Especies	Punto A				Punto B				Punto C				Punto D			
	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	
<i>Ceratium furca</i>	1.00	2.50	8.00	8.00	5.00	7.50	5.00	6.00	8.00	6.00	8.00	6.00	8.50	9.00		
<i>Ceratium fusus</i>	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
<i>Ceratium teres</i>	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
<i>Ceratium trichoceros</i>	0.50	0.50	0.50	0.00	0.50	0.50	1.00	0.50	0.00	1.00	0.00	1.00	0.50	0.50		
<i>Dinophysis caudata</i>	1.00	2.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00		
<i>Gonyaulax verior</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
<i>Gymnodinium fungiforme</i>	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50		
<i>Podolampas bipes</i>	0.50	0.50	2.00	0.50	0.50	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	0.50	0.50		
<i>Proocentrum gracile</i>	2.50	2.00	8.00	7.00	4.00	6.00	7.00	7.50	9.00	8.00	9.00	8.00	10.50	14.00		
<i>Protoperidinium diabolus</i>	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
<i>Scrippsiella spinifera</i>	1.00	0.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50		
<b>Total</b>	<b>9.00</b>	<b>8.00</b>	<b>21.00</b>	<b>17.00</b>	<b>11.00</b>	<b>16.50</b>	<b>15.00</b>	<b>15.00</b>	<b>18.50</b>	<b>16.00</b>	<b>18.50</b>	<b>16.00</b>	<b>21.00</b>	<b>25.00</b>		

CUADRO 6

Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra en Puerto Quetzal, Agosto '96

Especie	Punto A				Punto B				Punto C				Punto D			
	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	
Ceratium furca	10.00	1.34	1.34	6.00	5.33	6.00	6.00	5.34	8.66	0.67	6.67	0.67	0.67	6.67	7.34	
Ceratium fusus	2.00	0.00	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Gonyaulax verior	1.32	0.66	0.00	0.00	0.67	0.66	0.00	0.66	0.66	0.66	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ceratium trichoceros	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00	0.00	6.00	2.00	2.00	1.33	2.67	1.33	2.67	2.67	2.67	
Ceratium macroceros	0.00	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.66	0.00	
Proocentrum gracile	10.00	1.34	3.34	4.66	11.33	3.34	8.66	3.34	6.66	6.00	0.67	6.00	0.67	4.66	4.66	
Podolampas bipes	0.00	0.00	1.34	0.66	0.67	0.00	1.34	0.66	3.34	2.00	0.66	2.00	0.66	1.34	1.34	
Total	23.32	4.00	8.70	11.32	18.00	10.00	22.00	12.00	21.32	10.00	11.33	10.00	11.33	16.01	16.01	

CUADRO 7

Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra en Puerto Quetzal, Septiembre '96

Especie	Punto A			Punto B			Punto C			Punto D		
	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m
<i>Ceratium sinetricum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.83	0.50
<i>Ceratium biceps</i>	0.33	0.33	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.33	0.17
<i>Ceratium falcatum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.17	0.17	0.00	0.50	0.33	0.17	0.33
<i>Ceratium furca</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.50	0.17	1.00	0.33	0.33	0.00
<i>Ceratium fusus</i>	0.33	0.67	0.67	0.17	0.00	0.17	0.00	0.17	0.50	0.50	0.50	0.83
<i>Ceratium teres</i>	0.00	0.00	0.17	0.50	0.00	0.17	0.67	0.17	0.00	0.17	0.17	0.83
<i>Ceratium trichoceros</i>	0.17	0.33	0.17	3.00	0.50	1.00	0.67	0.50	0.67	0.33	0.50	0.17
<i>Dinophysis caudata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.50	0.50	0.50	0.33	0.33	0.50
<i>Peridinium bahamense</i>	0.33	0.17	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.33
<i>Podolampas bipes</i>	0.66	1.50	0.83	1.00	1.00	0.83	0.83	0.00	0.67	0.83	0.83	0.33
<i>Prorocentrum gracile</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.67	0.83	0.83	0.83	0.67	0.33	0.50
<i>Protoperidinium bipes</i>	0.33	0.17	0.67	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.17	0.00
<i>Scrippsiella spinifera</i>	0.16	0.17	1.17	0.17	0.67	0.50	0.00	0.50	0.50	0.33	0.50	0.83
<b>Total</b>	<b>2.31</b>	<b>3.34</b>	<b>3.85</b>	<b>5.51</b>	<b>4.17</b>	<b>3.85</b>	<b>4.17</b>	<b>2.84</b>	<b>5.17</b>	<b>4.98</b>	<b>5.32</b>	<b>5.32</b>

CUADRO 8

Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra en Puerto Quetzal, Octubre '96

Especie	Punto A				Punto B				Punto C				Punto D			
	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	
<i>Ceratium falcatum</i>	0.17	0.33	0.00	0.50	0.00	0.50	0.17	0.00	2.00	0.17	0.50	2.00	0.50	0.14	0.14	
<i>Ceratium furca</i>	0.00	0.33	0.00	0.17	0.67	0.17	0.50	1.34	1.33	0.50	1.33	1.33	1.00	0.17	0.33	
<i>Ceratium fusus</i>	0.00	0.67	0.00	0.67	0.33	0.33	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.33	1.33	
<i>Ceratium simetricum</i>	0.00	0.00	0.17	0.17	0.50	0.00	0.33	0.17	0.67	0.33	0.67	0.67	0.50	1.17	0.17	
<i>Ceratium teres</i>	0.67	0.17	0.00	0.00	0.33	0.17	0.00	0.34	1.34	0.00	1.34	0.00	0.00	0.33	0.17	
<i>Ceratium trichoceros</i>	0.00	1.50	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.66	0.67	0.33	
<i>Dimophysis caudata</i>	0.33	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.33	0.00	1.34	0.33	1.34	1.34	2.14	1.33	1.33	
<i>Prorocentrum gracile</i>	1.50	0.00	3.00	0.33	0.50	0.33	0.00	3.33	3.34	0.00	3.34	3.34	3.66	2.14	2.14	
<i>Scrippsiella spmifera</i>	0.17	0.16	0.00	0.17	0.00	0.00	0.67	0.66	0.67	0.67	0.67	0.67	0.85	0.66	0.16	
Total	2.84	3.16	3.17	3.01	2.33	1.5	2.17	7.94	10.69	2.17	7.94	10.69	10.81	7.94	6.1	

CUADRO 9

Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra en Puerto Quetzal, Noviembre '96

Especie	Punto A				Punto B				Punto C				Punto D			
	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	
<i>Ceratium furca</i>	1.34	5.33	1.66	6	5.33	6	5.34	3.34	4.34	6.67	6.67	5.66	5.66	5.66	5.66	
<i>Ceratium trichoceros</i>	0.33	0.17	0.66	1.34	0.33	0.66	0	0.17	0.66	2.67	2.33	1.34	1.34	1.34	1.34	
<i>Dinophysis caudata</i>	0.17	0.33	0.12	1.33	0.17	0.17	0.33	0	0.34	0	0.17	0.33	0	0.17	0.33	
<i>Gonyaulax verior</i>	0.17	0.33	0.66	0	0	0.17	0	0	0	0.33	0.17	0	0	0.17	0	
<i>Gymnodinium fungiforme</i>	0	0.17	0	0.33	0	0.17	0	0.33	0	0.17	0	0	0.17	0	0	
<i>Podolampas bipes</i>	0.33	0.17	0.33	0.17	0.34	0.17	0.67	0.17	0.67	0.66	0.17	0.33	0.66	0.17	0.33	
<i>Prorocentrum gracile</i>	6	5.33	5.33	5.34	4.66	3.66	4.66	4.66	5.67	7.34	5.34	4.66	7.34	5.34	4.66	
Total	8.34	11.63	8.76	14.51	10.83	11	11	8.67	11.68	17.84	14.84	11.68	17.84	14.84	12.32	

CUADRO 10

Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra en Puerto Quetzal, Diciembre '96

Especie	Punto A				Punto B				Punto C				Punto D			
	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	
Ceratium furca	1.32	1.00	1.67	1.34	1.66	1.33	1.34	1.32	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.66	
Ceratium fusus	0.00	0.17	1.33	0.17	0.67	0.33	0.67	0.33	0.00	0.17	0.00	0.17	0.33	0.33	0.00	
Ceratium trichoceros	1.34	0.33	0.34	0.67	0.17	1.17	0.17	0.17	0.33	0.17	0.33	0.33	0.33	0.14	0.17	
Gonyaulax verior	0.00	0.00	0.17	0.00	0.33	0.00	0.00	0.17	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Podolampas bipes	0.00	0.17	0.67	1.17	0.67	0.33	0.00	0.00	0.17	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.14	
Prorocentrum gracile	1.34	0.00	0.34	0.00	1.36	1.67	1.66	1.66	0.17	1.66	0.17	1.13	1.33	1.33	1.17	
Scripsiella spinifera	0.00	0.17	0.33	0.34	1.13	0.17	0.00	0.13	0.17	0.13	0.17	0.00	0.17	0.17	0.14	
Total	4.00	1.84	4.85	3.69	6.49	5.00	3.84	3.78	2.51	3.30	2.51	3.30	3.81	3.28		



CUADRO 11

Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra en Puerto Quetzal, Enero '97

Especie	Punto A				Punto B				Punto C				Punto D			
	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	
<i>Ceratium falcatum</i>	2.00	4.34	2.33	3.24	4.33	2.00	4.00	2.00	3.34	4.00	3.00	2.00	3.00	3.00	2.00	
<i>Ceratium furca</i>	13.00	12.76	14.67	15.67	14.33	15.33	10.00	26.00	12.00	15.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	
<i>Ceratium fusus</i>	3.33	2.67	2.33	3.33	3.47	3.00	2.00	1.34	6.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
<i>Ceratium symmetricum</i>	0.00	0.00	0.67	1.00	1.33	0.67	1.34	1.00	2.34	1.00	2.33	1.33	1.33	1.33	1.33	
<i>Ceratium teres</i>	1.33	1.67	1.00	0.33	1.00	0.67	0.00	0.00	0.00	1.33	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	
<i>Ceratium lichoceros</i>	0.67	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.33	0.67	1.00	0.33	1.00	1.33	1.00	1.00	1.33	
<i>Dinophysis caudata</i>	5.33	5.00	4.63	4.33	4.97	5.33	6.00	4.00	3.34	5.63	4.96	5.33	4.96	5.33	5.33	
<i>Gonyaulax vertor</i>	0.00	0.00	0.33	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.70	0.33	0.67	1.00	0.67	1.00	1.00	
<i>Gymnodinium breve</i>	1.00	0.33	0.67	0.47	0.33	0.42	1.00	1.33	1.00	1.00	0.00	1.33	0.00	0.00	1.33	
<i>Gymnodinium fungiforme</i>	1.00	0.67	0.33	1.33	0.67	0.33	1.00	0.00	0.33	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	
<i>Gyrodinium falcatum</i>	0.00	0.00	0.33	0.67	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
<i>Pyrodinium bahamense</i>	1.00	1.33	1.00	1.00	1.67	0.67	2.67	1.37	2.33	2.00	1.00	1.33	1.00	1.00	1.33	
<i>Peridinium cinctum</i>	1.00	1.33	2.00	2.33	2.67	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	0.00	1.67	0.00	0.00	
<i>Podolompas bipes</i>	3.67	3.33	3.27	4.00	4.33	3.00	4.00	6.67	3.00	5.33	4.97	4.33	4.97	4.33	4.33	
<i>Proocentrum gracile</i>	19.00	17.00	16.00	14.33	14.67	14.00	15.34	16.33	14.37	16.33	17.33	16.00	17.33	16.00	16.00	
<i>Protoperidinium bipes</i>	1.00	1.33	0.67	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	
<i>Protoperidinium diabolus</i>	0.67	0.33	0.67	1.00	1.67	0.00	1.67	0.33	0.00	0.00	0.33	0.67	0.33	0.33	0.67	
<i>Scriptsiella spinifera</i>	2.00	1.67	2.33	1.67	0.67	0.33	3.34	2.67	1.00	2.00	1.67	1.00	1.67	1.00	1.00	
<i>Wamowia polyphemus</i>	0.33	0.17	0.33	1.00	1.33	0.67	0.67	0.33	1.33	0.33	1.00	1.67	0.33	1.00	1.67	
<b>Total</b>	<b>56.33</b>	<b>54.93</b>	<b>53.56</b>	<b>56.7</b>	<b>57.77</b>	<b>49.75</b>	<b>55.36</b>	<b>64.04</b>	<b>52.08</b>	<b>57.61</b>	<b>56.93</b>	<b>56.32</b>	<b>56.93</b>	<b>56.32</b>	<b>56.32</b>	

CUADRO 12

Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra en Puerto Quetzal, Febrero '97

Especie	Punto A				Punto B				Punto C				Punto D			
	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	
<i>Ceratium falcatum</i>	3.00	3.67	4.00	3.00	3.27	3.33	3.33	3.00	2.34	3.00	2.34	3.00	3.00	2.00	2.00	
<i>Ceratium furca</i>	19.33	17.00	17.33	19.67	18.24	16.33	16.37	21.33	15.67	17.33	15.67	17.33	19.00	19.00	17.67	
<i>Ceratium fusus</i>	0.33	0.67	1.33	0.34	0.92	0.13	1.33	0.34	0.33	0.67	0.33	0.67	0.33	0.33	0.00	
<i>Ceratium symmetricum</i>	2.00	2.33	1.67	1.33	1.45	1.33	1.00	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.33	1.33	1.67	
<i>Ceratium teres</i>	1.00	1.33	1.45	1.00	1.00	1.33	1.00	0.00	0.00	2.33	0.00	2.33	2.00	2.00	1.67	
<i>Ceratium tichoceros</i>	1.00	1.33	1.67	1.45	1.33	1.00	1.00	1.00	0.00	1.67	0.00	1.67	1.33	1.33	1.00	
<i>Dimorphysis caudata</i>	12.33	13.00	12.67	13.33	13.00	12.67	10.00	8.33	9.33	8.00	9.33	8.00	7.67	8.33	8.33	
<i>Gonyaulax venitor</i>	1.00	1.67	1.33	1.00	1.52	1.45	1.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.67	0.33	0.33	0.00	
<i>Gymnodinium breve</i>	1.00	1.33	0.00	0.33	0.67	0.33	1.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.67	0.33	0.33	0.77	
<i>Gymnodinium fungiforme</i>	0.00	1.00	1.00	0.00	0.33	0.67	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.33	2.33	2.00	
<i>Gyrodinium falcatum</i>	0.00	0.00	0.33	0.67	0.95	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	1.33	1.00	
<i>Peridinium cinctum</i>	0.00	0.33	0.67	0.24	0.13	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.67	
<i>Podolompa bipes</i>	1.00	1.00	0.00	0.00	0.33	0.67	1.00	2.33	0.00	2.33	0.00	2.33	2.67	2.67	2.00	
<i>Procerentrum gracile</i>	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.33	1.33	1.67	
<i>Protoperidinium bipes</i>	1.00	1.33	1.00	0.33	0.67	0.33	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	
<i>Protoperidinium diabolus</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	0.00	1.33	1.67	1.67	1.00	
<i>Pyrodinium bahamense</i>	0.00	0.69	0.33	1.00	1.33	1.27	1.33	0.67	0.67	1.00	0.67	1.00	1.33	1.33	1.67	
<i>Scripsiella spinifera</i>	2.00	2.33	2.00	2.67	2.00	1.67	2.33	4.67	3.34	3.33	3.34	3.33	3.00	3.00	3.00	
<i>Warnowia polyphemus</i>	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	1.33	0.00	1.33	0.00	0.33	0.33	0.00	
Total	45.99	50.34	46.78	47.36	48.14	44.92	41.69	43.34	35.01	45.33	49.64	45.33	49.64	46.12	46.12	

CUADRO 13

Identificación de Pyrrophytas por litro de muestra en Puerto Quetzal, Marzo '97

Especie	Punto A				Punto B				Punto C				Punto D			
	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	0 m	1 m	2 m	
<i>Ceratium falcatum</i>	5.33	5.67	5.00	4.67	4.00	4.33	6.33	5.67	5.33	6.67	6.00	6.33	6.67	6.00	6.33	
<i>Ceratium furca</i>	19.00	17.33	16.00	16.67	17.00	16.00	18.00	17.67	19.33	19.33	19.00	21.33	19.33	19.00	21.33	
<i>Ceratium fusus</i>	4.33	4.67	4.00	5.24	5.67	5.00	6.33	4.00	6.67	6.00	5.69	6.33	6.00	5.69	6.33	
<i>Ceratium symmetricum</i>	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	0.67	1.33	0.33	0.33	0.67	0.33	0.33	0.67	0.33	
<i>Ceratium teres</i>	1.00	1.00	1.33	0.33	0.67	0.00	1.33	0.00	0.67	1.00	1.33	1.27	1.00	1.33	1.27	
<i>Ceratium tichoceros</i>	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	0.33	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.33	
<i>Dinophysis caudata</i>	10.33	10.67	10.00	10.00	12.00	12.33	10.33	12.67	12.33	11.33	12.67	13.33	11.33	12.67	13.33	
<i>Gonyaulax venosus</i>	2.00	2.33	2.67	1.69	1.67	1.45	2.33	2.67	2.33	2.00	2.67	2.33	2.00	2.67	2.33	
<i>Gymnodinium breve</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	1.67	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.67	0.00	
<i>Gymnodinium fungiforme</i>	0.00	1.00	0.00	1.00	0.33	0.67	1.00	1.67	1.33	1.00	1.00	0.67	1.00	1.00	0.67	
<i>Gyrodinium falcatum</i>	0.00	0.00	0.33	1.00	0.95	0.75	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	
<i>Peridinium cinctum</i>	0.00	0.33	0.00	1.00	0.67	0.33	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
<i>Podolmpas bipes</i>	2.33	2.00	1.67	1.67	1.33	2.00	2.00	2.33	2.00	2.33	2.00	2.00	2.33	2.00	2.00	
<i>Prorocentrum gracile</i>	71.33	69.33	68.67	70.33	65.67	63.33	60.00	63.33	75.00	65.00	66.33	70.00	65.00	66.33	70.00	
<i>Protoperidinium bipes</i>	2.00	1.33	1.69	1.33	2.00	2.33	2.00	2.33	2.67	2.33	2.00	2.00	2.33	2.00	2.00	
<i>Protoperidinium diabolus</i>	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.33	0.67	1.33	0.33	1.00	1.33	0.33	1.00	
<i>Pyrodinium bahamense</i>	1.00	0.69	1.33	1.00	1.33	1.00	2.33	2.67	2.63	2.33	2.67	2.00	2.33	2.67	2.00	
<i>Scrippsiella spinifera</i>	3.00	2.33	2.67	2.00	2.33	2.00	3.33	3.67	3.00	3.33	3.00	3.67	3.33	3.00	3.67	
<i>Warnowia polyphemus</i>	12.33	12.00	11.67	11.64	11.69	11.33	10.00	8.33	8.67	12.33	11.67	12.00	12.33	11.67	12.00	
<b>Total</b>	<b>133.98</b>	<b>130.68</b>	<b>127.03</b>	<b>131.23</b>	<b>128.65</b>	<b>123.18</b>	<b>130.31</b>	<b>132.01</b>	<b>142.96</b>	<b>137.64</b>	<b>139.70</b>	<b>144.92</b>	<b>137.64</b>	<b>139.70</b>	<b>144.92</b>	

**ANEXO 6**

**Cuadros de control de parámetros físico-químicos  
presentes en Puerto Quetzal de  
marzo '96 a marzo '97.**

TABLA 1

**Control de parámetros físico-químicos, Puerto Quetzal, Marzo '96**

Hora	Pto. muestreo	Profundidad (m)	Oxígeno (mg/l)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppm)	Fosfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)
11:00-11:30	A.1	0	8.0	26	16	0.02	5
	A.2	1	8.5	28	16	0.02	5
	A.3	2	8.0	27	16	0.02	5
11:40-12:00	B.1	0	9.0	27	20	0.02	5
	B.2	1	11.0	27	21	0.02	5
	B.3	2	11.0	27	22	0.02	5
12:00-12:20	C.1	0	10.0	25	22	0.02	5
	C.2	1	11.0	26	20	0.02	5
	C.3	2	11.0	26	22	0.02	5
12:30-12:45	D.1	0	11.5	26	22	0.02	5
	D.2	1	11.0	26	22	0.02	5
	D.3	2	11.0	26	21	0.02	5

Observación: El muestreo se realizó en marea baja creciente

TABLA 2

Control de parámetros físico-químicos, Puerto Quetzal, Abril '96

Hora	Pto.muestreo	Profundidad (m)	Oxígeno (mg/l)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppm)	Fosfatos ( mg/l)	Nitratos (mg/l)
10:40-11:00	A.1	0	6.5	27	19.0	0.02	10
	A.2	1	6.5l	26	19.0.	0.02	10
	A.3	2	6.0	26	19.0	0.02	10
11:05-11:40	B.1	0	6.5	26	18.0	0.02	10
	B.2	1	6.0l	27	19.5	0.02	10
	B.3	2	8.0	27	18.7	0.02	10
11:48-12:08	C.1	0	7.0	27	18.0	0.02	10
	C.2	1	6.0l	26	18.0	0.02	10
	C.3	2	6.0	28	17.5	0.02	10
12:15-12:40	D.1	0	7.0l	30	18.0	0.02	10
	D.2	1	7.0	30	16.5.	0.02	10
	D.3	2	6.0	27	18.0	0.02	10

Observación: El muestreo se realizó en marea alta.

TABLA 3

**Control de parámetros físico-químicos, Puerto Quetzal, Mayo '96**

Hora	Pto. muestreo	Profundidad (m)	Oxígeno (mg/l)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppm)	Fosfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)
13:30-14:00	A.1	0	10.0	30	32	0.02	10
	A.2	1	7.0	30	35	0.02	10
	A.3	2	5.0	30	35	0.02	10
14:10-14:40	B.1	0	6.0	30	32	0.02	10
	B.2	1	8.0	30	35	0.02	10
	B.3	2	5.0	30	35	0.02	10
14:50-15:20	C.1	0	7.0	30	40	0.02	10
	C.2	1	7.0	30	35	0.02	10
	C.3	2	7.0	29	35	0.02	10
15:25-15:45	D.1	0	8.0	29	35	0.02	10
	D.2	1	6.8	29	35	0.02	10
	D.3	2	6.6	28	32	0.02	10

Observación: El muestreo se realizó en marea alta, empezando a bajar.

TABLA 4

**Control de parámetros físico-químicos, Puerto Quetzal, Junio '96**

Hora	Pto. muestreo	Profundidad (m)	Oxígeno (mg/l)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppm)	Fosfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)
8:30-8:45	A.1	0	7.2	26	37	0.02	10
	A.2	1	7.0	28	36	0.02	10
	A.3	2	7.0	29	33	0.02	10
8:50-9:10	B.1	0	6.5	28	33	0.02	10
	B.2	1	6.2	27	33	0.02	10
	B.3	2	7.0	27	32	0.02	10
9:20-9:30	C.1	0	7.1	27	33	0.02	10
	C.2	1	7.2	27	31	0.02	10
	C.3	2	7.0	26	32	0.02	10
9:40-9:55	D.1	0	6.0	27	30	0.02	10
	D.2	1	7.0	28	30	0.02	10
	D.3	2	7.0	27	32	0.02	10

Observación: El muestreo se realizó en marea baja.



TABLA 5

**Control de parámetros físico-químicos, Puerto Quetzal, Julio '97**

Hora	Pto. muestreo	Profundidad (m)	Oxígeno (mg/l)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppm)	Fosfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)
8:45-9:05	A.1	0	8.0	28	36	0.02	10
	A.2	1	8.2	28	36	0.02	10
	A.3	2	8.0	28	36	0.02	10
9:15-9:25	B.1	0	7.4	28	35	0.02	10
	B.2	1	7.1	29	35	0.02	10
	B.3	2	7.8	29	36	0.02	10
9:35-9:45	C.1	0	9.0	28	34	0.02	10
	C.2	1	8.0	28	34	0.02	10
	C.3	2	8.4	28	33	0.02	10
9:55-10:15	D.1	0	9.2	27	35	0.02	10
	D.2	1	8.3	28	35	0.02	10
	D.3	2	8.2	27	35	0.02	10

Observación: El muestreo se realizó en marea alta.

TABLA 6

**Control de parámetros físico-químicos, Puerto Quetzal, Agosto '96**

Hora	Pto. muestreo	Profundidad (m)	Oxígeno (mg/l)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppm)	Fosfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)
7:43-7:50	A.1	0	5	26	30	0.05	15
	A.2	1	5	26	30	0.05	15
	A.3	2	5	27	30	0.05	15
7:58-8:05	B.1	0	5	28	32	0.05	15
	B.2	1	5	27	31	0.05	15
	B.3	2	5	27	32	0.05	15
8:09-8:14	C.1	0	5.5	27	30	0.05	15
	C.2	1	5	27	31	0.05	15
	C.3	2	5.5	26	31	0.05	15
8:21-8:26	D.1	0	5.5	27	33	0.05	15
	D.2	1	5.5	27	32	0.05	15
	D.3	2	5.5	27	33	0.05	15

Observación: El muestreo se realizó en marea baja

TABLA 7

Control de parámetros físico-químicos, Puerto Quetzal, Septiembre '96

Hora	Pto. muestreo	Profundidad (m)	Oxígeno (mg/l)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppm)	Fosfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)
9:30-9:40	A.1	0	5.5	28	32	0.05	12
	A.2	1	5	27	33	0.05	12
	A.3	2	5.5	27	32	0.05	12
9:44-9:48	B.1	0	6	27	32	0.05	12
	B.2	1	5.5	27	33	0.05	12
	B.3	2	5	27	32	0.05	12
9:56-10:06	C.1	0	5	27	32	0.05	12
	C.2	1	5	27	32	0.05	12
	C.3	2	6	26	34	0.05	12
10:14-10:22	D.1	0	5.5	26	34	0.05	12
	D.2	1	6	26	34	0.05	12
	D.3	2	6	26	34	0.05	12

Observación: El muestreo se realizó en marea baja creciente

TABLA 8

**Control de parámetros físico-químicos, Puerto Quetzal, Octubre '96**

Hora	Punto de Muestreo	Profundidad (m)	Oxígeno (mg/l)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppm)	Fosfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)
9:10-9:30	A.1	0	6	27	25	0.03	0.2
	A.2	1	5	26	27	0.03	0.2
	A.3	2	6	26	26	0.03	0.2
9:35-9:55	B.1	0	6	27	29	0.03	0.1
	B.2	1	6	27	29	0.03	0.1
	B.3	2	5.8	27	29	0.03	0.1
10:00-10:20	C.1	0	6	27	29	0.03	0.1
	C.2	1	6	26	30	0.03	0.1
	C.3	2	6	27	30	0.03	0.1
10:25-10:50	D.1	0	6	27	30	0.04	0.2
	D.2	1	6	27	30	0.04	0.2
	D.3	2	6	26	30	0.04	0.2

Observación: El muestreo se realizó en marea baja.

TABLA 9

Control de parámetros físico-químicos, Puerto Quetzal, Noviembre '96

Hora	Punto de Muestreo	Profundidad (m)	Oxígeno (mg/l)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppm)	Fosfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)
8:16-8:21	A.1	0	5	26	32	0.2	0.4
	A.2	1	5.5	26	30	0.2	0.4
	A.3	2	6	27	30	0.2	0.4
8:27-8:35	B.1	0	7	27	32	0.2	0.3
	B.2	1	6	27	32	0.2	0.3
	B.3	2	6	27	32	0.2	0.3
8:42-8:46	C.1	0	7	27	34	0.2	0.3
	C.2	1	6	27	34	0.2	0.3
	C.3	2	6	27	34	0.2	0.3
8:53-9:00	D.1	0	5.5	27	34	0.3	0.4
	D.2	1	6	27	34	0.3	0.4
	D.3	2	6	27	34	0.3	0.4

Observación: El muestreo se realizó en marea alta.

TABLA 10

**Control de parámetros físico-químicos, Puerto Quetzal, Diciembre '96**

Hora	Punto de Muestreo	Profundidad (m)	Oxígeno (mg/l)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppm)	Fosfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)
8:19-8:27	A.1	0	10	24	35	0.3	0.4
	A.2	1	10	26	35	0.3	0.4
	A.3	2	11	26	35	0.3	0.4
8:35-8:40	B.1	0	10	26	33	0.3	0.4
	B.2	1	11	26	32	0.3	0.4
	B.3	2	10	25	32	0.3	0.4
8:48-8:54	C.1	0	11	26	35	0.3	0.4
	C.2	1	10	25	32	0.3	0.4
	C.3	2	11	25	31	0.3	0.4
9:01-9:10	D.1	0	11	26	36	0.3	0.4
	D.2	1	11	25	35	0.3	0.4
	D.3	2	9	25	36	0.3	0.4

Observación: El muestreo se realizó en marea alta.

TABLA 11

**Control de parámetros físico-químicos, Puerto Quetzal, Enero '97**

Hora	Punto de Muestreo	Profundidad (m)	Oxígeno (mg/l)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppm)	Fosfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)
8:30-8:45	A.1	0	7.2	23	31	0.3	0.4
	A.2	1	7	23	31.5	0.3	0.4
	A.3	2	7	24	31.5	0.3	0.4
8:52-9:02	B.1	0	8	24	31.5	0.3	0.4
	B.2	1	8	25	32	0.3	0.4
	B.3	2	9	25	32	0.3	0.4
9:10-9:20	C.1	0	9	25	32	0.3	0.4
	C.2	1	8	24	32	0.3	0.4
	C.3	2	8	24	35	0.3	0.4
9:25-9:40	D.1	0	10	25	35	0.3	0.4
	D.2	1	10	25	35	0.3	0.4
	D.3	2	10	25	34	0.3	0.4

Observación: El muestreo se realizó en marea baja.

TABLA 12

**Control de parámetros físico-químicos, Puerto Quetzal, Febrero '97**

Hora	Punto de Muestreo	Profundidad (m)	Oxígeno (mg/l)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppm)	Fosfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)
8:00-8:25	A.1	0	10	24	32	0.35	0.5
	A.2	1	10	25	32	0.35	0.5
	A.3	2	10	25	32	0.35	0.5
8:30-8:49	B.1	0	11	26	32	0.35	0.5
	B.2	1	11	26	32	0.35	0.5
	B.3	2	10	26	33	0.35	0.5
8:54-9:00	C.1	0	11	26	33	0.35	0.5
	C.2	1	10	26	33	0.35	0.5
	C.3	2	10	25	33	0.35	0.5
9:05-9:15	D.1	0	10	26	32	0.35	0.5
	D.2	1	10	25	32	0.35	0.5
	D.3	2	10	26	32	0.35	0.5

Observación: El muestreo se realizó en marea baja.



TABLA 13

**Control de parámetros físico-químicos, Puerto Quetzal, Marzo '97**

Hora	Punto de Muestreo	Profundidad (m)	Oxígeno (mg/l)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppm)	Fosfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)
8:54-9:03	A.1	0	9	27	35	0.35	0.5
	A.2	1	9	26	35	0.35	0.5
	A.3	2	10	26	35	0.35	0.5
9:15-9:27	B.1	0	10	26	35	0.35	0.5
	B.2	1	10	26	35	0.35	0.5
	B.3	2	10	27	35	0.35	0.5
9:36-9:45	C.1	0	10	26	35	0.35	0.5
	C.2	1	10	26	35	0.35	0.5
	C.3	2	10	27	35	0.35	0.5
9:51-9:58	D.1	0	10	26	35	0.35	0.5
	D.2	1	10	26	35	0.35	0.5
	D.3	2	10	26	35	0.35	0.5

Observación: El muestreo se realizó en marea alta.

## ANEXO 7

Fotografía de *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*  
(Washington Seafood Laboratory)

